



Universidad Autónoma de Tlaxcala

**Secretaría de Investigación Científica Y Posgrado
Centro de Investigaciones Interdisciplinarias
Sobre el Desarrollo Regional**



**“Trayectoria tecnológica de la semilla híbrida H-48, en Tlaxcala,
durante el periodo de 1999 al 2019”**

TESIS

Que para obtener el grado de
Maestra en Análisis Regional

P r e s e n t a:

Miriam Moreno Pineda

Directora de tesis

Dra. Celia Hernández Cortés

Tlaxcala, Tlax. Noviembre del 2021

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Tlaxcala y al Centro de Investigaciones Interdisciplinarias sobre Desarrollo Regional por el apoyo, aprendizaje y la formación para enfrentar los desafíos personales y profesionales.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo brindado para realizar mis estudios de Maestría.

A la Dra. Celia Hernández Cortés, por su tiempo, compromiso, paciencia y por los valiosos aportes a mi formación académica y personal, gracias Dra. por su apoyo incondicional.

Al Dr. Edgar Iván García Sánchez por sus valiosas aportaciones, su apoyo y oportunas sugerencias que me brindó durante el proceso.

A los Doctores Isabel Castillo Ramos, Carlos Bustamante López y Juan Manuel Vargas Canales por sus aportes y sugerencias en el trabajo final.

Agradezco profundamente a los agricultores, empresas y funcionarios, por sus invaluable aportes en esta investigación. Finalmente, quiero agradecer a todos mis profesores, por su apoyo constante, su paciencia y sus valiosos aportes.

Mis agradecimientos al:



ya que a través del apoyo económico que me brindó, pude realizar la Maestría en Análisis Regional en el Centro de Investigaciones Interdisciplinarias Sobre Desarrollo Regional de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, al estar registrado su postgrado en el PNPC.

Con la publicación del presente trabajo de investigación, además de la presentación del examen de grado correspondiente, sean la mejor muestra de mi gratitud hacia el CONACYT.

Noviembre del 2021.

Contenido

INTRODUCCIÓN	iii
Preguntas de investigación	vii
Objetivo general	vii
Objetivos específicos	viii
CAPITULO I. ENFOQUES TEÓRICOS DE LA INNOVACIÓN	1
1.1. La innovación	1
1.1.1. Clasificación de la innovación.....	4
1.1.2. Fuentes y factores que inciden en el desarrollo de la innovación	8
1.2. La innovación como proceso social.....	12
1.3. La innovación como explicación del crecimiento económico.....	18
1.4. Modelos de estudio de la innovación	20
1.5. Las trayectorias tecnológicas como enfoque para estudiar los procesos de innovación.	23
CAPITULO II. ESCENARIO DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO. 26	
2.1. La innovación en la agricultura	26
2.2. Importancia de la agricultura en la construcción del territorio Tlaxcalteca	28
2.3 Los modelos y estrategias de gestión de la innovación en México	32
CAPITULO III. INNOVACIÓN GENÉTICA EN LA AGRICULTURA, FACTOR CLAVE PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA	36
3.1. El reto de alimentar al mundo.....	36
3.2. México ante los retos de la agricultura	37
3.3. La innovación genética en la agricultura y el maíz	39
3.4. El mejoramiento genético agrícola del maíz en México	42
3.5. Empresas semilleras locales y organizaciones de agricultores en la producción de semillas híbridas en Tlaxcala.....	45
CAPITULO IV. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE MAÍZ EN MÉXICO Y TLAXCALA	47
4.1. Marco legal	47
4.2. Producción Nacional de semillas híbridas en México	49
4.3. Producción de semillas híbridas de maíz en Tlaxcala	53
4.4. Importancia de la producción de semillas en el territorio de Tlaxcala	56
CAPITULO V. EL PROCESO DE INNOVACIÓN de la semilla HÍBRIDA H-48 EN TLAXCALA.....	58
5.1. Trayectoria tecnológica	58

5.1.1. Etapa de Investigación institucionalizada. El Instituto Nacional de Investigaciones agrícolas (1963-1985).....	62
5.1.2. El libre comercio de semillas y la respuesta del INIFAP (1985-2005).....	65
5.1.3. Época de auge y crecimiento (2006-2015).....	70
5.1.4. Nueva Política Nacional de semillas (2020-2021).....	75
5.2. El perfil económico, tecnológico y social de los agricultores productores de maíz en Tlaxcala.....	81
5.2.1 Perfil de los agricultores.....	81
5.2.2. Perfil de las unidades de producción.....	85
5.2.3. Destino de la producción.....	87
5.2.4. Canales de comercialización.....	88
5.2.5. Análisis de los costos de producción.....	89
5.2.6. Adopción de innovaciones.....	91
5.2.7. Relación entre el nivel tecnológico, el rendimiento e indicadores económicos	94
5.2.8. La problemática en la producción de maíz, la mirada de los productores....	97
5.3. Los factores de éxito del híbrido H-48 en Tlaxcala y sus limitantes.....	99
5.4. Necesidades de innovaciones de proceso por nivel tecnológico.	101
CONCLUSIONES	105
BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXO METODOLOGICO	120
Anexo A. Trayectoria tecnológica de semillas híbridas en Tlaxcala.	120
Anexo B. Atributos de agricultores usuarios de la semilla H-48 y usuarios de semilla criolla.....	121
Perfil de los agricultores.....	121
Anexo C. Adopción de innovaciones.....	122
Anexo D. Tipología de agricultores.....	124
Anexo E. Red técnica.....	124
Anexo F. Atributos que favorecen la adopción de la innovación.....	124
Anexo G. Factores que limitan la adopción de la innovación.....	125

Lista de Cuadros

Cuadro 1. Tipos de innovación de acuerdo con el Manual Oslo (2005)	6
Cuadro 2. Nuevos aportes del pensamiento evolucionista y Neoschumpeteriano	17
Cuadro 3. Clasificación y modelos ofrecidos por distintos autores sobre el proceso de innovación.	22
Cuadro 4. Cuadro comparativo de cruce tradicional de plantas, modificación y edición genéticas	42
Cuadro 5. México: producción de semilla ciclos agrícolas PV 2019 / OI 2019-2020.	51
Cuadro 6. Atributos generales de los agricultores entrevistados.....	82
Cuadro 7. Costos económicos de la producción de maíz en promedio por hectárea para los actores entrevistados (pesos).	90
Cuadro 8. Innovaciones de proceso a implementar de acuerdo al nivel tecnológico para los sistemas de producción de maíces criollos	102
Cuadro 9. Innovaciones de proceso a implementar de acuerdo al nivel tecnológico para los sistemas de producción de maíces híbridos.	103
Cuadro 10. Actores entrevistados e involucrados en la trayectoria tecnológica	120
Cuadro 11. Actores entrevistados por Municipio	121
Cuadro 12. Lista de innovaciones a verificar en la producción maíz híbrido H-48	123

Lista de Figuras

Figura 1. Distritos de Desarrollo Rural de Tlaxcala.....	31
Figura 2. Proceso de certificación de semillas del SNICS con empresas semilleras locales	53
Figura 3. Proceso de innovación de la semilla híbrida H-48 y variedades del INIFAP en Tlaxcala	54
Figura 4. Concentración de empresas productoras de semillas híbridas en Tlaxcala.....	55
Figura 5. Ubicación de empresas proveedoras de insumos y servicios, orientadas a la atención de la producción agrícola del estado de Tlaxcala.....	57
Figura 6. Actores involucrados y sus interacciones en la primera fase de la trayectoria tecnológica del H-48	64
Figura 7. Actores involucrados y sus interacciones en la segunda fase de la trayectoria tecnológica del H-48.	70
Figura 8. Línea de tiempo de la trayectoria tecnológica del híbrido H-48.....	77
Figura 9. Red de actores involucrados en el proceso de innovación de la producción de semilla híbrida de maíz en Tlaxcala.....	79
Figura 10. Importancia relativa de los ingresos provenientes de la producción del maíz (% respecto a los ingresos totales de la unidad de producción).	84
Figura 11. Rendimiento de maíz (t/ha) de acuerdo con el tipo de semilla utilizada	86
Figura 12. Porcentaje de la producción destinada al autoconsumo y a la venta de maíces criollos e híbridos.	87
Figura 13. Canales de comercialización de la producción de maíz para los agricultores entrevistados	88
Figura 14. Estructura de costos de producción para los maíces criollos e híbridos	91
Figura 15. Tasa de adopción de innovaciones por categoría.....	92
Figura 16. Índice de adopción por innovación para los maíces criollos	93
Figura 17. Índice de adopción por innovación para los maíces híbridos	94
Figura 18. Agrupamiento de agricultores por nivel tecnológico mediante el método de Ward....	95
Figura 19. Índice de adopción de innovaciones de acuerdo con nivel tecnológico.....	95

Figura 20. Rentabilidad de acuerdo con nivel tecnológico	96
Figura 21. Costos de producción por nivel tecnológico	96
Figura 22. Problemática identificada en los sistemas de producción de maíz en Tlaxcala.....	98
Figura 23. Percepción que tienen los agricultores entrevistados de los atributos de las semillas híbridas H-48 (como innovación) que afectan su adopción de acuerdo a Rogers (1976).....	100
Figura 24. Potencial de adopción de la semilla H-48 de acuerdo con la evaluación que hacen los agricultores de sus atributos	101

Lista de abreviaturas

Abreviatura	Significado
AGI-DP	Agencia de Gestión de la Innovación-Desarrollo de proveedores
CEDRSSA	Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria
CEVAMEX	Campo Experimental valle de México
CGIAR	Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional
CIBA	Centro de investigación Bajío
CIESTAAM	Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial
CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DDR	Distrito de Desarrollo Rural
DOF	Diario Oficial de la Federación
ESL	Empresa semillera local
ESN	Empresa semillera nacional
EST	Empresa semillera transnacional
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FIRA	Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura
FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
FND	Financiera Nacional de Desarrollo
IFPRI	Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
InAI	Índice de Adopción de Innovaciones
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias
MasAgro	Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional
MSM	Monitor de Sequía en México
OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
OGM	Organismo Genéticamente Modificado
OI	Otoño-invierno
PESPRO	Programa de Extensión y Servicios Profesionales
PROCATI	Programa de Capacitación y Asistencia Técnica Integral
PRODESCA	Programa de Desarrollo de Capacidades
PSP	Prestador de Servicios Profesionales
PSP	Prestador de Servicios Profesionales
PV	Primavera-verano
SADER	Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
SEFOA	Secretaria de Fomento Agropecuaria del Estado
SI	Sistema de Innovación
SIACON	Sistema de Información Alimentaria de Consulta
SIAP	Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera
SNICS	Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semilla
TAR	Teoría del Actor Red
UACH	Universidad Autónoma Chapingo

INTRODUCCIÓN

México es reconocido como uno de los centros de origen del maíz y debido a la trayectoria evolutiva y permanencia en los sistemas tradicionales de producción, se ha favorecido su amplia distribución y adaptación en una gran diversidad de condiciones climáticas, edáficas y tecnológicas, que caracterizan nuestro territorio (Turrent, 2008; Suárez et al. 2013). Desde tiempos prehispánicos y hasta la actualidad, el maíz es base de la alimentación de los mexicanos, para el año 2020 se reporta un consumo anual *per cápita* de alrededor de 335.8 kg/año, además, es materia prima para diferentes industrias como las relacionadas con la masa y la tortilla, cereales y botanas, harinas y nixtamal, bebidas, almidones, cosméticos, productos farmacéuticos, alimentos balanceados, aceites comestibles y biocombustibles (SIAP, 2019a).

En nuestro país, en el año 2019, se sembraron 7.4 millones de hectáreas de maíz (alrededor del 30% de la superficie total cultivable), con lo que se alcanzó un volumen de producción de poco más de 27.2 millones de toneladas, casi el 88 % de la producción de granos básicos en el país. Se estima en cerca de 5.5 millones de productores de maíz, de los cuales 87% son considerados pequeños productores, que poseen menos de 5 ha. (INEGI, 2019).

Sin embargo, los sistemas de producción de maíz, principalmente de los pequeños agricultores, reportan una baja productividad que reduce sus ingresos, estos pequeños agricultores representan aproximadamente el 74% del total de agricultores de maíz de México (SIAP, 2019b) que en el mediano y largo plazo puede contribuir a agudizar la compleja problemática que enfrentan, entre los que se pueden mencionar: ingresos insuficientes para acceder a una canasta básica, agravando las condiciones de desnutrición en el medio rural, limitar el acceso a la educación y servicios de salud. Si estas condiciones no se revierten, puede llevar a tomar a los pequeños agricultores a abandonar la actividad agrícola, contribuyendo a aumentar las tasas de migración de hombres y mujeres a las ciudades del país y al extranjero, lo que puede incidir en la desintegración familiar y el aumento del trabajo infantil.

Aunado a esto la actividad agrícola nacional, es afectada de por diferentes factores, entre los que destacan los factores climáticos adversos, la variación de la fertilidad del suelo, incidencia de plagas, malezas y enfermedades, etc., que impactan directamente en la productividad de los sistemas de producción; sumado a lo anterior, el bajo margen de utilidades y precios de insumos

inestables y las condiciones mismas del mercado, disminuyen la posibilidad satisfacer las necesidades básicas de los agricultores y las de sus familias.

Ante los retos globales que enfrenta la producción de alimentos, como el cambio climático y el incremento de la población, esta baja productividad se constituye como uno de los problemas prioritarios para alcanzar la autosuficiencia alimentaria del pueblo mexicano.

Las estrategias que el Gobierno Federal ha implementado y mediante las cuales se ha abordado esta problemática, de forma institucionalizada se remontan a la década de 1940, cuando comenzó a implementar una serie de programas orientados a atender las causas de la baja productividad de los sistemas de producción de maíz, y que abarcan desde programas para acelerar la mecanización, programas de extensionismo y capacitación, precios de garantía, o intensos programas de mejoramiento genético de semillas y subsidios para su adquisición (Aguilar Ávila et al. 2010).

En las últimas tres décadas se ha incentivado en el otorgamiento de subsidios para la compra de activos e infraestructura, entrega de insumos, incentivos económicos a la producción y pago de precios de garantía para la comercialización, dejando de lado las inversiones en ciencia, tecnología e innovación, que es un factor clave para acelerar el desarrollo del sector agrícola mexicano. En este sentido, Martínez-González et al. (2011) señalan que a pesar de que México realiza una inversión pública al sector agropecuario, por encima de cualquier país de América Latina, su eficacia para impulsar el desarrollo de este sector está seriamente cuestionada al no demostrar su impacto en un crecimiento sostenido del PIB agropecuario.

Al analizar esta problemática autores como Rendón Medel et al. (2007), señalan que diferentes estudios demuestran que para los países, empresas y agricultores que se encuentran a la vanguardia de la economía mundial, el balance entre conocimientos y recursos se ha desplazado hacia los primeros hasta el extremo de que han pasado de ser el factor más determinante para que mediante la innovación se creen las condiciones que contribuyan a mejorar el nivel de vida de las personas. El acceso limitado de la innovación de los medianos y pequeños agricultores mexicanos, incluidos los tlaxcaltecas, limita seriamente sus posibilidades de incrementar su productividad y en consecuencia de mejorar sustancialmente su calidad de vida y bienestar de sus familias.

En concordancia con estos argumentos, diferentes estudios han señalado que la contribución de la innovación para afrontar la baja productividad de los sistemas de producción de los medianos y pequeños agricultores es fundamental, el rol de la innovación es crítico para lograr una agricultura competitiva y sustentable, que esté en posibilidades de elevar su productividad, mediante la

adopción de innovaciones, hasta en un 50%. (Montuschi, 2001; García Sánchez, 2012b; IICA 2014; Garrido-Rubiano et al. 2017).

Sin embargo, para estos agricultores, el acceso a nuevas innovaciones históricamente ha sido limitado (Sonnino y Ruane, 2013; Pérez et al. 2016) y en parte esto se explica en parte debido a que persiste la idea de que la innovación agrícola es de costosa implementación, que requiere de conocimientos especializados y que se encuentran desarrolladas para atender las necesidades de los grandes agricultores. Otro aspecto a considerar es la insuficiente gestión de la innovación, en un estudio hecho por Rendón Medel et al. (2007), señala que el conjunto de innovaciones necesarias que debería implementar un agricultor para mejorar sus rendimientos y utilidades, ya están siendo incorporadas a los procesos productivos locales, sólo que prevalece una considerable brecha tecnológica entre agricultores, pues la tasa de adopción oscila entre 1% y 93%, según la cadena agroalimentaria en cuestión, consecuencia de un ineficiente e insuficiente proceso de gestión de la innovación.

Una de estas innovaciones que ha impactado principalmente en la producción y la productividad del maíz en México es el uso de semilla híbrida. En la década de los 50's, el rendimiento promedio nacional no superaba los 800 kg/ha, con la introducción de semillas híbridas de alto potencial productivos esta cifra ascendió hasta 2,2 t/ha. con una tasa de crecimiento anual de 2.4% (Sánchez Rodríguez et al. 1998).

En México, el mejoramiento de las semillas se realiza mediante programas de investigación y desarrollo, a través de instituciones gubernamentales como el INIFAP, además de Universidades e instituciones de educación, organizaciones públicos y privados y programas que involucran a los agricultores en el desarrollo y promoción en el uso de semillas híbridas. El uso de semilla híbrida, se ha incrementado fuertemente en áreas de riego en el país, que junto con otras innovaciones necesarias para su éxito como la mecanización y el uso de fertilizantes, han contribuido a que estas zonas se constituyan como las principales áreas productoras de maíz en México, con rendimientos que van de las siete y hasta 12 t/ha, como nos señalan Espinoza et al. (2003) estos rendimientos contrastan con rendimientos de 300 a 500 kg/ha en zonas marginales, en las cuales la adopción por parte de los agricultores no se ha realizado. Para las condiciones de temporal estricto se han desarrollado variedades de porte rústico, que expresan un buen potencial productivo, resistencia a

sequía, plagas e incluso a heladas, en zonas de temporal, que según estudios realizados por Turrent Fernández (2009) representan el 95% de la superficie cosechada de maíz en nuestro país.

De esta forma los programas de mejoramiento genético y aquellos relacionados con otorgar apoyos para adquirir semilla mejorada, se identifican como uno de los pilares para mejorar la productividad de los sistemas de producción de maíz, pues su uso puede incrementar hasta un 50% el rendimiento (Lazos Chavero, 2014). En este sentido y según Turrent (2008) solo para superficie de temporal de México, se han hecho estimaciones que indican que con la tecnología actual disponible, pero no adoptada, el potencial productivo de maíz es del orden de los 22.26 millones de toneladas anuales, que contrasta con la producción promedio observada de 13 millones de toneladas.

Sin embargo, pese al esfuerzo del gobierno y las ventajas agronómicas de las semillas híbridas, la adopción de éstas en México es baja, ya que estas apenas son usadas en el 26% de la superficie sembrada con maíz por agricultores, esta cifra no se ha incrementado en las dos últimas décadas (Virgen Vargas et al. 2010). Los estudios que ayuden a entender los factores que inciden en esta baja adopción, aún son escasos en nuestro país.

En este sentido nuestra investigación pone el foco en las redes socio técnicas involucradas en la producción, difusión y uso del híbrido H-48, como uno de los híbridos más exitosos en la región agroclimática conocida como Valles Altos¹. Poniendo especial atención en los esfuerzos del gobierno, de las organizaciones de educación e investigación públicas y privadas, y de las organizaciones de agricultores involucrados en desarrollar y promover el uso de mejores semillas, poniendo el foco en las redes socio técnicas involucradas en la adopción de las semillas híbridas, con ello se aporta al estudio de los procesos de innovación agrícolas, con foco en el proceso de innovación de la semilla híbrida de la variedad H-48 y mediante el estudio de su trayectoria tecnológica, se da cuenta de cómo se ha desarrollado este proceso en el territorio Tlaxcalteca, así como de la interacción entre los diferentes actores involucrados en él, con el objetivo de identificar

¹ La región agroclimática es aquella que incorpora propiedades físicas de la atmósfera-superficie del terreno-suelo y de las interacciones vegetación-hidrología en la planeación y el manejo de los productos agrícolas. Según la clasificación propuesta por el grupo Nacional de Investigación del Maíz del INIFAP se define como una de las seis regiones agroclimáticas en las que se cultiva maíz en México, se ubica en el estrato altimétrico de los 2151 a 2800 msnm y abarca a los Estados de México, Puebla, Querétaro, Morelos, Michoacán, Guanajuato, CDMX y Tlaxcala (Turrent, et al, 1997).

los factores que contribuyeron a su éxito y aquellos que frenaron su adopción y lo han transformado a lo largo de dos décadas.

Los argumentos anteriores dan muestra de la necesidad de continuar con las investigaciones que abunden sobre el complejo causal de la baja productividad de los sistemas de producción, a fin de identificar las barreras que enfrentan los agricultores y contribuir al diseño de estrategias que mejoren sus sistemas de producción

La presente investigación se realiza a fin de responder a las siguientes preguntas:

Preguntas de investigación

¿Cómo ha sido la trayectoria tecnológica de la producción de semilla H-48?

¿Qué factores han determinado la trayectoria tecnológica de la producción de semillas H-48?

¿Cuáles son los atributos de los agricultores que usan la semilla H-48 y de aquellos que no las usan?

¿Cómo son calificados los atributos de costos, eficiencia, ventaja relativa, complejidad y comunicabilidad de la semilla H-48?

¿Qué recomendaciones se pueden proponer para contribuir a dinamizar la red socio-técnica de maíces híbridos de Tlaxcala?

Para dar respuesta a estas preguntas de investigación, se plantea el cumplimiento de los siguientes objetivos:

Objetivo general

Analizar la trayectoria tecnológica de la semilla híbrida H-48 en Tlaxcala, mediante el estudio de los actores, sus roles e interacciones en el proceso de investigación, desarrollo, difusión y adopción de esta semilla, con el propósito de identificar los factores que impulsaron o frenaron el proceso de innovación, durante el periodo de 1999 a 2019.

Objetivos específicos

1. Caracterizar y delimitar las fases del proceso de innovación de la red socio-técnica de la producción de semilla híbrida de maíz en el estado de Tlaxcala.
2. Identificar a los actores, sus roles, vínculos e interacciones, que operan al interior de la red socio-técnica.
3. Identificar los atributos económicos, técnicos y productivos de los agricultores que adoptan esta semilla.
4. Analizar los atributos de la semilla que facilitan o frenan el uso de esta semilla.
5. Proyectar una serie de recomendaciones que puedan contribuir a dinamizar y mejorar la interacción y flujo de recursos tangibles e intangibles en la red socio-técnica de maíces híbridos de Tlaxcala.

La investigación se encuentra estructurada en seis capítulos, en el primero se hace una revisión sobre los enfoques teóricos que han aportado al concepto de innovación y se aborda la categoría de trayectoria tecnológica como concepto clave para abordar la presente investigación, en el segundo capítulo se revisa la importancia de la innovación agrícola, como factor clave para lograr la competitividad de los sistemas agroalimentarios. En el tercer capítulo se revisa el papel del mejoramiento genético como uno de los pilares de la productividad de los sistemas de producción agrícola y su importancia en las próximas décadas para afrontar el reto de alimentar a una creciente población mundial, en el capítulo cuarto se aborda el marco regulatorio y legal de la producción de semillas en México, y se ofrece información relevante sobre la producción de las semillas mejoradas a nivel nacional y en el estado de Tlaxcala. Finalmente, en el capítulo quinto se presentan los resultados de la investigación, en el capítulo sexto se revisan los retos y oportunidades en la producción de semillas mejoradas y finalmente la metodología se presenta como un anexo.

DELIMITACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

El estudio se llevó a cabo en el estado de Tlaxcala, México, que se ubica en la región agroclimática conocida como Valles Altos. La extensión de su territorio es de 3973 km², lo que lo representa el 0.2% del territorio nacional, mismo que se divide en 60 municipios. La altura mínima es de 2200 msnm y la máxima de 4420 msnm (INEGI, 2020).

En Tlaxcala el clima dominante es el templado subhúmedo con lluvias en verano, que se presenta en el 92.93% de la superficie estatal. La precipitación promedio anual es de 564.2 mm y la temperatura media anual máxima es de 24.3° C, la media es de 15.8° C y la mínima de 7.4° C en promedio (INEGI, 2020).

La investigación se ubica en el periodo que abarca desde la liberación como variedad vegetal protegida de la semilla H-48 en 1999 y hasta el último ciclo agrícola realizado al inicio de esta investigación en 2019.

CAPITULO I. ENFOQUES TEÓRICOS DE LA INNOVACIÓN

En este capítulo se presenta el posicionamiento teórico de la presente investigación, en la cual se asumió utilizar la propuesta económica de la innovación de Joseph Schumpeter, misma que fundamenta el pensamiento de la Economía Evolutiva y la Escuela de Economía de la Innovación, De estas posturas teóricas y sus autores se construye el marco teórico y conceptual de la investigación, estas aportaciones se consideran pertinentes para explicar a la innovación como proceso social y como factor para el crecimiento económico. Así mismo, se discute el enfoque de las trayectorias tecnológicas como explicación del proceso de innovación y su impacto en la sociedad y en la conformación de los territorios, explicando también sus ventajas, momentos y componentes.

1.1. La innovación

Joseph Schumpeter, fue un economista que, aunque formado en la tradición austriaca, reabrió una línea clásica de investigación económica trabajada ya, principalmente, por Adams Smith, David Ricardo y Marx: el tema del desarrollo económico (Montoya Suárez, 2004). Se considera a Schumpeter como el primer autor en definir, estudiar y lograr posicionar a la innovación en el campo de la investigación y en particular de la teoría económica, en su propuesta de desarrollo económico, plantea dos conceptos que han tenido un enorme impacto en los estudios posteriores de este tema: la innovación como causa del desarrollo y el empresario innovador como propiciador de los procesos de innovación (Nelson y Winter, 2000; Montoya Suárez, 2004).

Para Schumpeter (1934) la innovación se entiende como la introducción en el mercado de un nuevo bien o de una nueva clase de bienes; de un nuevo método de producción aun no experimentado; la apertura de un nuevo mercado de un país, tanto si el mercado existía como si no; la adopción de una nueva fuente de suministro de materias primas o semielaborados tanto si existía (la fuente) como si no, y la implantación de una nueva estructura en un mercado.

Comúnmente, el concepto de innovación es reducido a un invento, que se da generalmente en un ambiente técnico, sin embargo, Schumpeter (1939) estableció la diferencia entre invención e innovación y su difusión, definió invención como aquel producto o proceso que ocurre en el ámbito científico- técnico y perdura en el mismo (ciencia pura o básica), y a la innovación la relacionó con un cambio de cualquier índole con un impacto económico positivo, y consideró a la difusión, es

decir, la transmisión de la innovación, como el proceso que permite a un invento convertirse en un fenómeno económico-social.

La Teoría y las aportaciones de Schumpeter, permanecieron por décadas a la sombra del boom Keynesiano, que después de la Segunda Guerra Mundial, domino el escenario económico Mundial. En el paradigma técnico-económico, existente entre los años 1950 y 1970, la innovación era la “tarea” de una organización especializada, y se explicaba mediante un modelo lineal de innovación, donde las innovaciones siguen una secuencia temporal, que se inicia siempre en las actividades de investigación y desarrollo, para después arribar al ámbito de producción y comercialización (Girón, 2000).

Durante las décadas del 70’s y 80’s apareció el pensamiento económico evolucionista que incluye un conjunto heterogéneo de autores, que han realizado importantes aportes acerca del concepto de innovación, estos enfoques coinciden en entender al desarrollo tecnológico como un proceso evolutivo, dinámico, acumulativo y sistémico (Rincón Castillo, 2014). Al igual que Schumpeter, le asignan a la innovación papel dinamizador de la economía capitalista, es por ello que se definen como Neoschumpeterianos. Es en este período donde el estudio de la innovación integra aportaciones de pensamiento sociológico, que permite enriquecer la visión economicista que hasta entonces era la dominante.

Uno de los primeros autores evolucionistas, es Christopher Freeman, que define a la Innovación como el proceso de integración de la tecnología existente y los inventos para crear o mejorar un producto, un proceso o un sistema (Freeman, 1975).

Por su parte, Nelson y Winter (2000), advierten que la innovación implica cambio de rutinas, en atención a que es debido a la rutinización de sus actividades, que las organizaciones “memorizan” su conocimiento operativo específico, el cambio en las rutinas implica dificultades asociadas con éste, dado que la innovación induce transformaciones en el conocimiento acumulado por la organización, es decir, en los conocimientos y el aprendizaje de aquellos quienes la integran.

Para Drucker (1985), la innovación crea un “recurso”, según este autor, no existe tal cosa hasta que el hombre encuentra la aplicación de algo natural y entonces lo dota de valor económico, el autor advierte que, no necesariamente se debe producir un nuevo producto, ya que es posible que la innovación se ubique en el aumento del rendimiento (vía la tipificación del producto y el entrenamiento del personal, entre otras cosas) y en la forma de comercialización.

En este sentido, como lo señalan Escorsa y Valls (2003) y Rothwell (1994), la innovación es una actividad compleja, diversificada y de cuyas interacciones se generan nuevas ideas, pero más que eso, la innovación es un proceso, en donde se privilegia al conocimiento y elementos de aprendizaje tanto internos como externos, es decir, no existe un lugar fijo en donde se pueda producir la innovación. Sin embargo, como lo señala Arocena y Sutz (2001) y Pérez (2001), la innovación es un fenómeno de interacción conflictiva entre tecnología y sociedad, donde las capacidades colectivas para la adaptación y el cambio son decisivas.

Por su parte, Arocena y Sutz (2001) , señalan que la innovación, no está concentrada en alguna franja particular de actores, es decir está socialmente distribuida. Diferentes estudios empíricos, entre ellos los de Von Hippel (1988), señalan que tanto innovadores y las capacidades reales y/o potenciales de innovación se encuentran en todas partes, esto incluye evidentemente el ámbito rural, en donde más tarde nos posicionaremos para observar a la innovación como eje estructurador de sus procesos.

Por su parte, Lundvall es uno de los primeros en considerar a la innovación desde una visión sistémica, pone el énfasis en los procesos de aprendizaje y es quien propone que la innovación es un proceso continuo de acumulación de conocimiento, que abarca no solo el desarrollo de innovaciones radicales e incrementales, sino también la difusión, absorción y uso de las mismas (Lundvall 2011). Este autor propone poner el foco sobre los procesos de aprendizaje, que cambian permanentemente la cantidad y el tipo de información disponible para los actores.

En un esfuerzo por armonizar las diferentes nociones que se tienen de la innovación, la Fundación COTEC para la innovación (con sede en España), indica que la innovación es la introducción y uso de conocimiento (nuevo o existente) dentro de un proceso económico o social, que permita realizar cambios pertinentes, pero con la característica de que éstos generen valor (COTEC, 2007), entendido este último no sólo en el ámbito económico, sino también social, ambiental, organizacional, entre otros. Es decir, la innovación implica un cambio (radical o incremental) en los productos y procesos, en la mercadotecnia y la organización, basado en conocimiento que genere valor (Muñoz-Rodríguez et al. 2004; OECD, 2005, COTEC, 2007) y tiene lugar cuando ocurre una apropiación social de los conocimientos, ideas, prácticas y tecnologías; es decir, cuando se traduce en un cambio que sea útil y beneficioso en el quehacer productivo u organizacional. (IICA, 2014).

El argumento anterior permite afirmar que la innovación, para su génesis, no tiene un lugar determinado, puede surgir en cualquier lugar y tiempo, que permea todas nuestras actividades humanas y que su importancia radica en la posibilidad de darnos nuevas oportunidades de mejorar todas nuestras actividades.

De esta forma, en este trabajo se define a la innovación como un proceso continuo de mejora basado en conocimiento, ya sea de procesos, productos, mercados, formas de comunicación y en general de cualquier ámbito de la actividad humana. Este proceso, amplía sus posibilidades de generarse, si la información y el conocimiento están disponibles y puede ocurrir en cualquier lugar y en cualquier momento, generado por cualquiera de los actores involucrados.

1.1.1. Clasificación de la innovación

Existen diferentes clasificaciones de las innovaciones, que atienden a diferentes criterios. Una primera clasificación es la que atiende al criterio del tipo de conocimiento en el que se sustenta la innovación, distinguiéndose así innovaciones tecnológicas, organizativas y comerciales.

La Fundación COTEC (2007), define a las innovaciones tecnológicas que se basan en la utilización de nuevo conocimiento tecnológico o de nuevas tecnologías; también pueden asentarse en nuevos usos o combinaciones de conocimiento o tecnologías ya existentes. Estas innovaciones se materializan en productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados que tienen éxito en el mercado, y se concretizan también en procesos tecnológicamente novedosos que han sido incorporados a la producción o al suministro de forma eficiente. Las innovaciones tecnológicas de servicios pueden referirse a mejoras sustanciales en la manera de provisión, a la incorporación de nuevas funciones o características en servicios ya existentes, o a la introducción de servicios completamente nuevos.

Por su parte, las innovaciones organizativas están basadas en conocimiento gerencial y consisten en la implementación de un nuevo método de organización de las prácticas del negocio de la empresa, de reparto de responsabilidades o de conducción de las relaciones externas de la empresa con proveedores, colaboradores o clientes. Las innovaciones comerciales, basadas en conocimiento del mercado, consisten en la implementación de un nuevo método de marketing que conlleve cambios significativos en la apariencia del producto o servicio, en sus canales de venta, en su promoción o en el método de asignación de precios (COTEC, 2007).

El segundo criterio de clasificación se enfoca al tipo de cambios de la innovación, Foster y Kaplan (2001), proponen una clasificación que se basa en este criterio:

- Innovaciones incrementales: generalmente no son particularmente innovaciones nuevas, tienen un impacto mínimo, afectan la estrategia actual y son fácilmente implantadas.
- Innovaciones transformacionales: innovaciones sumamente nuevas, que crean enorme riqueza y destruyen la competencia.
- Innovaciones substanciales: cambios de segunda generación que continúan con el ataque originado por las innovaciones transformacionales.

Los mismos autores nos subrayan la idea de que toda innovación se basa en la creatividad, misma que requiere de dos tipos de pensamiento:

- Pensamiento divergente: que se caracteriza por tener tres fases: búsqueda (de anomalías e inconsistencias), incubación (aclaración de respuestas) y colisión (generación de ideas).
- Pensamiento convergente: racional y deductivo, con personas enfocadas en los detalles de la situación actual y utilizando un proceso de dos pasos (decisión y ensayo) para prever las soluciones potenciales.

Las innovaciones también pueden clasificarse según su grado de impacto y según su grado de transiliencia. Según Escorsa y Valls (2003), de acuerdo al primer criterio, las innovaciones pueden ser radicales (involucran una rotura fuerte respecto al estado anterior y producen mejoras sobresalientes en los resultados, sin que el énfasis sea en la reducción de costos) e incrementales (están relacionadas principalmente con la reducción de costos y constituyen mejoras a productos o procesos existentes), para el análisis de trayectorias tecnológicas, esta última clasificación ayuda a entender el carácter evolutivo de la innovación.

El Manual Oslo publicado por la OECD (2005), reconoce cuatro tipos de innovación: innovaciones de producto, de proceso, mercadotecnia y de organización (Cuadro 1).

Cuadro 1. Tipos de innovación de acuerdo con el Manual Oslo (2005)

Tipo de innovación	Características
Innovación de producto	Introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto al uso al que se destina. Incluye la mejora significativa de características técnicas, de los componentes y los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales
Innovación de proceso	Introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Implica cambios significativos en las técnicas, materiales, y/o programas informáticos. Tiene por objeto disminuir los costos de producción, mejorar la calidad, producir o distribuir nuevos productos o sensiblemente mejorados
Innovación de mercadotecnia	Aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos del diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, promoción o su diferenciación de precios. Están orientadas a tratar de satisfacer mejor las necesidades de los consumidores, de abrir nuevos mercados o de posicionar en el mercado de una nueva manera un producto con el fin de aumentar las ventas.
Innovación de organización	Introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa. Tienen el objetivo de reducir los costos de producción o de transacción, mejorar el nivel de satisfacción en el trabajo (y por consiguiente aumentar la productividad), facilitar el acceso a bienes no comercializados (conocimiento externo no catalogado) o reducir los costos de insumos

Fuente. OCDE (2005).

En complemento con la anterior clasificación y para el contexto particular de la agricultura, el IICA (2014) propone la siguiente clasificación, la cual se considera pertinente en el contexto de esta investigación:

- Innovación institucional: consiste en un cambio de políticas, normas, regulaciones, procesos, acuerdos, modelos, formas de organizarse, prácticas institucionales o relaciones con otras organizaciones, con el fin de crear un ambiente más dinámico y propicio para mejorar el desempeño de una institución o de un sistema y hacerlo más interactivo y competitivo.
- Innovación tecnológica: es la aplicación de nuevas ideas, conocimientos científicos o prácticas tecnológicas dirigidas al desarrollo, la producción y la comercialización de productos o servicios nuevos o mejorados.
- Innovación social: desarrollo o mejora sustancial de estrategias, conceptos, ideas organizaciones, productos o servicios, que cambian positivamente la manera en que se satisfacen y responden a las necesidades sociales o que tienen propósitos sociales. Se construyen de forma conjunta entre diversos actores, para el bienestar de los individuos y las comunidades, mediante la generación de empleo, consumo, participación u otro cambio que mejore la calidad de vida de las personas y que puede ser reproducible en otros contextos.

Finalmente, según COTEC (2007), la innovación genera cambios, los que se pueden clasificar en cuatro grandes grupos según el tipo de conocimientos en el cual se sustentan:

- Cambio tecnológico: se basa en la utilización de nuevo conocimiento tecnológico o de nuevas tecnologías; también pueden asentarse en nuevos usos o combinaciones de conocimiento o tecnologías ya existentes. Estos cambios se materializan en productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados que tienen éxito en el mercado, y se concretan también en procesos tecnológicamente novedosos que han sido incorporados a la producción o al suministro de forma eficiente.
- Cambio organizativo: está basado en conocimiento gerencial y consiste en la implementación de un nuevo método de organización y liderazgo, de reparto de responsabilidades o de conducción de las relaciones externas con proveedores, colaboradores o clientes.

- Cambio comercial: se fundamenta en conocimiento del mercado y consiste en la implementación de un nuevo método de marketing que conlleve cambios significativos en la apariencia del producto o servicio, en sus canales de venta, en su promoción o en el método de asignación de precios.
- Cambio financiero: se basa en conocimientos de las finanzas y se traduce en la adopción de métodos de gestión de riesgos (como la contratación de seguros y coberturas de precios), mezcla de fuentes de financiamiento (crédito, capital de riesgo y recursos propios), desarrollo de la autonomía financiera vía la creación de fondos de ahorro y contingencia, garantías líquidas, etc.

1.1.2. Fuentes y factores que inciden en el desarrollo de la innovación

Para Drucker (2004) la innovación deliberada y sistemática comienza con el análisis de las fuentes de nuevas oportunidades. Dependiendo del contexto, las fuentes tendrán distinta importancia en diferentes momentos. Drucker (1985) afirma que la mayoría de las innovaciones “resultan de una búsqueda consciente y con propósito, de oportunidades de innovación, las cuales se encuentran sólo en pocas situaciones”. Tales áreas de oportunidades (fuentes) pueden ser internas o externas.

Las fuentes internas que menciona Drucker (1985) son:

- Ocurrencias inesperadas. Los errores o situaciones inesperadas son fuentes de innovación.
- Incongruencias. Las incongruencias pueden abrir nuevas posibilidades para la innovación. Se pueden dar en la lógica o ritmo de un proceso, entre expectativas y resultados o realidades económicas.
- Necesidades del proceso.
- Cambios en la industria y el mercado: Los cambios en la estructura industrial abren oportunidades para la innovación.

Las fuentes externas para Drucker son las que se encuentran fuera de la compañía en su ambiente social e intelectual. Estas son:

- Cambios demográficos: Relacionados con variables como la edad, ocupación, educación y localización geográfica de la población.

- Cambios de percepción: Estos pueden ser concretados, definidos, probados y aprovechados como oportunidades de innovación.
- Nuevo conocimiento: Existen innovaciones basadas en nuevo conocimiento científico, técnico o social. Estas pueden tomar una mayor cantidad de tiempo, tienen un nivel de casualidad, plantean cambios a los emprendedores, demandan no una clase de conocimiento sino muchos y existe la posibilidad de falla antes del éxito.

Por otra parte, de acuerdo con Franco, B. y Ruiz (2018), es necesario conocer las pautas de cómo se moviliza la información hasta consolidarse como una innovación, para estos autores la innovación tiene un carácter sistémico, no puede verse como un fenómeno aislado y unidireccional, en el cual los agentes o actores que conforman el sistema de innovación son heterogéneos con diferentes capacidades asociadas. Es en estas diferencias y en la interacción de sus actores, que los sistemas de innovación pueden generar la innovación.

Respecto a los factores que inciden en el desarrollo de la innovación, primero se debe considerar que las condiciones de cada país son diferentes, y por ende los procesos de innovación trazan trayectorias distintas, estas condiciones en gran medida son generadas por las el conjunto de decisiones que el Estado toma, es por ello que el factor que revisa la presente investigación es justamente este. En el trabajo publicado por el Banco Mundial (2008) se explica cómo en países en desarrollo, como los de América Latina, la participación del Estado es fundamental al facilitar las condiciones económicas, sociales e institucionales propicias para la innovación a través de políticas eficientes que permitan:

- La provisión de recursos (financieros, de servicios y de conocimientos) para los innovadores a través de la construcción de un sistema de soporte adecuado.
- La eliminación de obstáculos en los marcos regulatorios, incluidos los legales, los de comercio, gobernanza e inversión.
- El fortalecimiento de los recursos humanos del país, a través de un sistema educativo sólido que contemple la educación (de básica a superior) y la capacitación profesional, además de que contrarreste la fuga de cerebros.
- El impulso a la investigación y al acceso a información actualizada, a través de una política eficaz de investigación que promueva una mayor inversión en investigación y desarrollo,

que atienda las necesidades y oportunidades del país y que establezca vínculos efectivos entre todos los creadores y usuarios del conocimiento

En concordancia con esta idea, Lundvall (1992), señala que el Estado actúa como el responsable de la coherencia global del sistema de innovación y de la cohesión del sistema social como un todo. Éste es su rol sistémico de más amplio alcance, a través de dicho rol, el autor adjudica al Estado una función política esencial, estabilizadora, de coordinación de intereses, que apunta a la integración de los intereses particulares de los agentes económicos a un proyecto de sociedad desde el punto de vista económico y político.

Por su parte, Pérez (1983) señala que la innovación está fuertemente determinada por las condiciones sociales y las decisiones tomadas en aras del beneficio económico. Estas decisiones tomadas por el Estado y que incluye a las instituciones del sistema científico-tecnológico y financieras, son cruciales en el rumbo que el desarrollo de la innovación tiene, sobre todo en los países en desarrollo en donde el cambio puede ser acelerado o frenado por factores sociales. Este cambio instancia dependerá en última instancia de los intereses, las acciones, la lucidez y el poder relativo de las fuerzas sociales en juego.

1.1.3 Difusión y adopción de innovaciones

Las innovaciones conforman procesos complejos, que pasan por diferentes fases, en las que intervienen diversos y heterogéneos actores. En el proceso de innovación no basta hacer propuestas innovadoras, que den como resultado la resolución de un problema o necesidad. El punto crucial del proceso de innovación es conseguir que otras personas hagan suyas esas propuestas innovadoras, es decir, que se realice la apropiación social de la innovación, esto sólo puede suceder cuando la difusión y adopción de innovaciones tienen éxito.

Ambos conceptos clave de la innovación han sido abordados por autores, como Schumpeter (1934), que denominó difusión a esta fase de los procesos de innovación. En función de su mayor o menor ámbito de difusión, las innovaciones pueden ser consideradas como locales, regionales, nacionales o incluso globales.

Para Rogers (1995), la difusión de innovaciones refiere a la dispersión de ideas abstractas y conceptos, información técnica y prácticas actuales dentro de un sistema social, donde la dispersión denota flujos o movimientos desde la fuente hacia el adoptante, mientras que para Valente (1995), la difusión es el proceso mediante el cual una innovación es comunicada a miembros de un sistema

social a través de ciertos canales a lo largo del tiempo y se convierte en la fase definitoria del éxito del proceso de innovación.

Los efectos de los procesos de interacción social es probable que sean de especial importancia cuando una persona tiene dudas sobre la mejor respuesta a una innovación, el cambio del medio ambiente o las nuevas circunstancias sociales y económicas (Köhler, 2007). En la agricultura las nuevas técnicas y tecnologías pueden funcionar con éxito sólo si pueden ser incorporados dentro de las circunstancias locales. Aparte de las características específicas de la innovación, factores como los económicos, sociales, culturales, ideológicos y psicológicos juegan un papel importante en el proceso de difusión (Van der Veen, 2010).

Rogers (2003), es el autor que desarrolla la teoría de la Difusión de innovaciones y describe cinco elementos clave que gobiernan la tasa en la que una innovación es adoptada. Estos elementos son:

- a. Ventajas relativas.** El grado en que la innovación se considera mejor que la idea, práctica, programa o producto al que reemplaza.
- b. Posibilidad de observación.** Hasta qué punto la innovación proporciona resultados tangibles o visibles.
- c. Compatibilidad.** Cuán compatible es la innovación con los valores, hábitos, experiencia y necesidades de las personas que posiblemente la adoptarían.
- d. Complejidad.** Si son innovaciones fáciles de aplicar, comprender, mantener y si es fácil de entender su aplicabilidad.
- e. Posibilidad de ensayo.** Hasta qué punto la innovación puede probarse o experimentarse antes de que se adquiera el compromiso para adoptarla.

Según la teoría de Rogers (2003) concentrarse en las características de las innovaciones puede mejorar la posibilidad de adopción, y por tanto, de difusión. Este mismo autor presenta el concepto de re-invencción, refiriéndose al grado en que una innovación es modificada por el usuario en el proceso de adopción e implementación, la adopción de una innovación es un proceso mediante el cual el individuo (o una unidad de adopción) pasa de tener un primer conocimiento sobre la innovación, hasta su adopción o rechazo (Rogers, 2003).

Etapas del proceso de adopción (Rogers, 2003):

- a) Conocimiento. En esta etapa el individuo se expone por primera vez a una innovación, pero carece de información acerca de la innovación. Durante esta etapa del proceso, el individuo no se ha inspirado para encontrar más información acerca de la innovación. Es la etapa en que el adoptador potencial conoce y entiende la innovación.
- b) Persuasión. En esta etapa el individuo está interesado en la innovación y busca activamente información o detalles acerca de la innovación. Se desarrolla una actitud (positiva o negativa) hacia la innovación y se dan argumentos a favor y en contra de la misma.
- c) Decisión. En esta etapa el individuo toma el concepto del cambio y sopesa las ventajas y desventajas del uso de la innovación y decide si aprobar o rechazar la innovación. Debido a la naturaleza individualista de esta etapa, Rogers señala que es la más difícil para adquirir evidencia empírica. Es en esta etapa donde se acuerda la aceptación de la innovación como una buena idea o se rechaza definitivamente y no se pasa a la siguiente etapa.
- d) Implementación. Es la etapa en la que se pone a prueba la innovación. El individuo emplea la innovación en un grado variable dependiendo de la situación. Durante esta fase el individuo determina la utilidad de la innovación y puede buscar más información al respecto.
- e) Confirmación: Etapa de refuerzo de una decisión de adopción favorable. La innovación pasa a formar parte de la rutina de quien la adopta. Aunque el nombre de esta etapa puede ser engañoso, en esta etapa la persona finaliza la decisión de seguir utilizando la innovación y puede terminar de usarla a su máximo potencial.

1.2. La innovación como proceso social

En todos los aspectos de la vida humana, podemos observar a la innovación, en cada pequeña o grande mejora que implementamos en la búsqueda de dar solución a problemas o satisfacer necesidades. Estos “cambios” sutiles o radicales, requieren andar el camino que marca la innovación, convirtiéndose el fenómeno más general que permea todas las actividades de la sociedad.

La innovación es básicamente un proceso social que se desarrolla en un ambiente interactivo e inmerso en un contexto social, cultural, institucional y territorial (Lundvall, 1992; Asheim y

Dunford 1997; Morgan, 2007, citados por Rendón Medel et al., 2007), en donde, las relaciones sociales, el contexto institucional, así como el espacio geográfico, son elementos fundamentales e imprescindibles para comprender cómo funcionan y cómo se generan los procesos de innovación (Rendón Medel et al. 2007).

En concordancia con esta afirmación, la Fundación COTEC (2007), señala que detrás de todo proceso innovador hay personas, la innovación nace de ideas y propuestas concebidas y expresadas por personas, se concreta en planes o proyectos elaborados por personas, y son personas las que llevan los proyectos innovadores a la práctica. En todos los casos, serán personas quienes, de forma individual o colectiva, abordarán problemas o tomarán decisiones que favorecerán o frenarán la innovación.

De acuerdo con González et al. (1996), es necesario ver a las innovaciones no únicamente como un resultado (una máquina, un producto, etc.), sino como un proceso multifactorial que involucra conflictos sociales, psicológicos, económicos y políticos, donde los seres humanos con sus valores e intereses están siempre presentes. Si bien entendemos que la innovación está presente en las diferentes esferas de la actividad humana, es en la innovación tecnológica (motivo de esta investigación) que deseamos precisar el papel relevante de la innovación en los procesos de cambio social.

Esta afirmación se sustenta en que son precisamente los actores sociales quienes toman postura ante ella, se condicionan la estructura de reproducción social (producción, circulación y consumo), generan problemas sociales y ambientales, facilitando o dificultando su resolución. Por tanto, los problemas sociales, a su vez, no pueden ser analizados si no se tiene en cuenta la dimensión tecnológica (Thomas, 2010)

En este sentido, Castells (1999) señala que la tecnología no determina la sociedad, pero tampoco la sociedad dicta el curso del cambio tecnológico ya que muchos factores intervienen en el proceso de descubrimiento científico, la innovación tecnológica y las aplicaciones sociales, el resultado final de este proceso depende de un modelo de interacción muy complejo, que nos indica que la tecnología es sociedad y ésta no puede ser comprendida si se deja de lado sus herramientas técnicas.

En concordancia con esta afirmación. Pavitt (2003), ha identificado ciertas tendencias claves en el mundo, que acentúan el carácter social e interactivo de la innovación; éstas son: a) una creciente especialización en la producción de conocimiento; b) un aumento de la complejidad en los

artefactos físicos y en las áreas de conocimiento que intervienen en su producción y, consecuentemente; e) fuertes dificultades en las empresas para corresponder las oportunidades tecnológicas con las necesidades del mercado y las prácticas organizacionales.

De esta forma, diferentes estudios, como los realizados por López (2004) , Callon (2001) y Arellano Hernández (2003), indican que la expansión de la capacidad social de innovación está relacionada con el creciente protagonismo de usuarios que pueden identificar necesidades, originar ideas y evaluar soluciones, consolidando, a medida que las ejercen, sus capacidades de innovación y es precisamente la interacción que existe entre los cambios en la producción del conocimiento y las relaciones usuario productor que se amplía el rango de posibilidades de innovación.

De esta forma y como lo señala (López, 2004), la innovación y el avance tecnológico pueden ser vistos como un proceso que se incorpora al cambio social y que da cabida a la gran diversidad de intereses de los actores participantes, generando un fenómeno de interacción conflictiva entre tecnología y sociedad que hace necesaria la intervención pública a través del diseño e implementación de políticas de innovación, ciencia y tecnología, que permitan fomentar la innovación como puente al desarrollo. Importancia de la innovación en la economía

Para la mayoría de los grandes economistas teóricos clásicos, la invención conduce a un aumento en la formación de capital físico o maquinaria, sin embargo, hasta la aparición de las aportaciones de Schumpeter es que se realiza un análisis sobre la gestión de la invención y la innovación o su impacto en el proceso económico y el desarrollo.

En su trabajo Hodgson Geoffrey (1997) sostiene que Smith, Marx, Menger, Marshall y Walras, no se preguntaron por la innovación y la tecnología. Evidentemente, en *An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations*, Smith enfatizó el comercio internacional y el crecimiento económico, pero en el texto aún no aparece la tecnología, la técnica o la innovación. Por el contrario, la palabra maquinaria se usa ampliamente. La palabra invención aparece en forma general para mencionar la invención de la imprenta, la pólvora, etc. Este mismo autor señala que Marx asocia la palabra tecnología, a la generación de plusvalía:

“El principio que se persiguió, de resolver cada proceso en sus movimientos constituyentes, sin tener en cuenta su posible ejecución de la mano del hombre, creó la nueva ciencia moderna de la tecnología. Las formas variadas, aparentemente desconectadas y petrificadas de los procesos industriales, ahora se resolvieron en tantas aplicaciones conscientes y sistemáticas de la ciencia natural para lograr efectos útiles dados. La tecnología también descubrió los principales

fundamentos del movimiento del movimiento, que, a pesar de la diversidad de los instrumentos utilizados, son necesariamente tomados por cada acción productiva del cuerpo humano” (Hodgson Geoffrey, 1997).

El primero en escribir sobre la evolución de la tecnología a lo largo de la historia fue Lewis Mumford (1934), el estudio del desarrollo de la humanidad desde la perspectiva del desarrollo de la máquina y la técnica, así como reconociendo la fuerte dependencia del desarrollo tecnológico en el capitalismo:

“Desde el principio las máquinas, la producción industrial y el armamento, demandaron más capital que pequeños avances para brindar herramientas al artesano. El capitalismo usó la máquina no para promover el bienestar social, sino para aumentar las ganancias privadas”(Mumford, 1934).

El enfoque de Mumford es histórico e integral, ya que relaciona el desarrollo de la tecnología con los otros campos de actividad humana pero no con las crisis económicas, a pesar de que su libro se publica cuando Estados Unidos vive la gran depresión.

Por su lado Keynes (1936), utiliza la técnica como variable exógena, ya que todo se produce mediante el trabajo, por los recursos naturales que son gratuitos o cuestan una renta según su escasez o abundancia, y por los resultados del trabajo pasado, incorporado en activos, que también cobran un precio según su escasez o abundancia (Hodgson, 1997).

Es Schumpeter (1934), quien enfatiza en el temperamento evolutivo y no estacionario del capitalismo, además sostiene que las innovaciones no se generan de forma continua sino intermitente y explosiva (agrupaciones periódicas), lo que ha sido evidente desde la revolución industrial inglesa: ha habido oleadas de cambio tecnológico que han provocado altas y bajas en el crecimiento económico, es decir, los ciclos de expansión y contracción de la economía, definidos como ciclos económicos, que son el resultado de revoluciones tecnológicas o innovación tecnológica radical. En su obra Capitalismo, socialismo y democracia publicada en 1943, hace una defensa del sistema capitalista por su capacidad para estimular el espíritu empresarial (Montoya, 2004).

Para Schumpeter (1943), el empresario, juega un papel crucial para la activación de la economía, según él, ante la amenaza de la competencia y dispuesto a permanecer en el mercado, se ve obligado a ser innovador y adaptar las invenciones a las necesidades de los consumidores, comercializar nuevos productos, nuevos recursos, probar nuevas formas de producción y organizaciones en un

proceso continuo llamado "Destrucción creativa" o creación destructiva; un proceso que termina en la selección de las formas de producción y organización más eficientes, destruyendo aquellas tecnologías, maquinaria o ideas que no tuvieron éxito haciéndolas obsoletas (Köhler y González, 2014).

El economista austriaco, ya señalaba el papel fundamental Estado en la promoción del cambio tecnológico y, por tanto, del crecimiento económico. Como ya lo hemos señalado con diferentes autores que así lo sostienen, el Estado debe promover la innovación privada a través de un sistema efectivo de patentes, y puede contribuir de forma directa e indirecta a aumentar los recursos dedicados a la investigación y el desarrollo (I&D) (Girón, 2000).

Para Sánchez-Ancochea (2005), esta contribución en el área del crecimiento contrasta con el papel del Estado en la distribución, para este autor, Schumpeter fue muy crítico de la intervención pública para redistribuir el ingreso y se convirtió en defensor del *laissez-faire*. Su defensa de la necesidad de un Estado activo para promover el crecimiento económico y su rechazo simultáneo de la intervención en materia de distribución del ingreso resultan contradictorios. La destrucción creativa puede beneficiar a la sociedad en el largo plazo, pero generalmente produce pérdidas significativas a muchos actores en el corto plazo. Si los perdedores no reciben ninguna compensación, es muy probable que surjan conflictos sociales que repercutan de forma negativa en la inversión privada y la propensión al riesgo de los empresarios. La redistribución del ingreso adquiere entonces un papel económico fundamental como forma de asegurar la estabilidad.

Diversos autores consideran que Schumpeter al estudiar los fenómenos de destrucción creativa y emergencia de innovaciones no pudo reconocer y desarrollar las complejidades institucionales de una economía moderna de mercado (Nelson, 1991; Lundvall, 1992; Freeman, 1993). Para Yoguel et al. (2013), la explicación de cómo las estructuras institucionales y sociales tangibles e intangibles en las que las empresas están inmersas facilitan o no el desarrollo de innovaciones está ausente en el trabajo de Schumpeter. En ese sentido, la idea de la innovación como un fenómeno sistémico constituye un aporte postschumpeteriano al incluir dimensiones hasta ese momento ausentes, tales como la conectividad de las organizaciones, el papel clave de las instituciones, la función central del conocimiento y las ideas de sistemas de innovación y regímenes tecnológicos.

Otra de las cuestiones ausentes en el proceso de destrucción creativa de Schumpeter es cómo surgen las nuevas ideas que el (empresario) emprendedor transforma en nuevas combinaciones En el proceso de origen, adopción y retención de reglas, i) la creación de nuevas ideas y su potencial

innovativo, ii) la retención de innovaciones adoptadas y iii) la estabilidad del proceso de actualización de reglas que alimente la emergencia de nuevas ideas y que, por tanto, facilite el proceso de destrucción creativa.

En relación a estas cuestiones, algunos autores Witt (2002 y Dopfer (2006), plantean que uno de los principales errores del pensamiento de Schumpeter es que no ofrece un marco micro apropiado para explicar la dinámica económica centrada en la generación de conocimiento, porque considera que no es la creación, sino llevar y transportar nuevas ideas, lo que es relevante para enfrentarse con el proceso de desenvolvimiento económico.

Para Yoguel et al. (2013), las principales ideas de Schumpeter y las dimensiones ausentes en su desarrollo teórico, sirvieron de estímulo para promover un intenso diálogo entre economistas de diferentes puntos de vista, permitiendo resaltar la riqueza teórica contenida en sus escritos, y extender los límites de su pensamiento. Entre los nuevos aportes destacan: i) la idea de rutinas y construcción de capacidades, ii) la importancia central del conocimiento en el desarrollo de innovaciones, iii) el papel de las instituciones en la generación de capacidades dinámicas, iv) la importancia de las interacciones entre agentes y la retroalimentación positiva con las capacidades para explicar la innovación como una propiedad emergente del sistema, v) la función de la demanda para posibilitar el éxito de las nuevas combinaciones en el mercado, vi) el carácter sistémico de la innovación y vii) la co-evolución entre proceso de competencia y cambio estructural. En el Cuadro 2 se presenta una síntesis de los aportes de los Neoschumpeterianos.

Cuadro 2. Nuevos aportes del pensamiento evolucionista y Neoschumpeteriano

Algunos autores evolucionistas y neoschumpeterianos	Nuevas dimensiones analíticas planteadas
Nelson y Winter	Innovación como cambio en las rutinas
Teece y Pisano; Langlois	Capacidades dinámicas
Nelson y Winter; Dosi	Proceso de difusión, adopción y selección de innovaciones en el mercado
Metcalfe, Saviotti	Coevolución entre proceso de competencia y cambio estructural
Nelson, Lundvall, Freeman	Sistemas de innovación

Fuente: Yoguel et al. (2013)

1.3. La innovación como explicación del crecimiento económico

La economía mundial, se encuentra frente a un panorama cambiante, que con el acelerado desarrollo tecnológico, obliga a una continua actualización de los conocimientos y habilidades que determinan la competitividad de las empresas. Consideramos que el estudio de la innovación como elemento fundamental de la competitividad, puede ofrecer pautas explicativas para entender los cambios económicos.

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, 1996), confirmó en unos de sus reportes, que al cerrar el siglo XX la sociedad estaba ingresando en la era de las economías basadas en el conocimiento (*knowledge-based economies*), las cuales se basan directamente en los procesos de innovación tecnológica, uso de conocimiento y de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

En concordancia con este argumento, el posicionamiento del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2014) afirma que la innovación es un impulsor del crecimiento económico y bienestar en los países, para impulsarlo es necesario crear y fortalecer las capacidades de todos los actores, así como de sus interrelaciones.

Ahora bien, la relación entre el esfuerzo en I+D, innovación tecnológica y crecimiento económico ha sido estudiada desde dos grandes visiones, como lo señala Ríos Bolívar y Marroquín Arreola (2012), la primera en el área de crecimiento económico (macroeconomía) a través de modelos teóricos en los que la innovación tecnológica es un factor endógeno de crecimiento, y la segunda que se enfoca en el área de la organización industrial por medio de modelos que pretenden explicar el comportamiento de las empresas en relación con las actividades de innovación (tanto en su generación como en su adopción) en una economía de mercado. Así, los avances tecnológicos son considerados como uno de los principales determinantes del crecimiento económico. Esta última es la que nos ocupa en la presente investigación.

Tomando en cuenta esta última consideración, a nivel mundial podemos identificar a dos grandes grupos de países: en desarrollo y desarrollados. Los países desarrollados han logrado acelerar el crecimiento de sus economías incrementando las inversiones de capital y los recursos hacia sectores generadores de conocimiento y aquellos, entre los que se cuenta el nuestro, cuyos recursos se limitan cada vez más. (Grossman y Helpman, 1990). En el grupo de países desarrollados se ha encontrado que la producción de bienes de alta tecnología y las actividades creadoras de

conocimiento permiten acelerar la acumulación de capital y la tasa de crecimiento de sus economías. Como resultado, sus políticas han hecho énfasis en la necesidad de orientar mayores recursos hacia los sectores dedicados a la investigación y desarrollo (I+D) con tres objetivos básicos: reducir costos, innovar y mejorar la calidad de los productos

Estas afirmaciones se han podido investigar en los trabajos como los de Romer (1990), quien reporta que encuentra una relación positiva entre el aumento en el gasto en I+D y el crecimiento económico, deduciendo que la participación de agentes económicos en las actividades de investigación y desarrollo sí está generando condiciones favorables que influyen positivamente en el crecimiento económico.

Romer (1990), señala que desde la Segunda Guerra Mundial los Estados Unidos de América han basado su economía en la innovación, modelo que ha generado casi la mitad del crecimiento de su Producto Interno Bruto (PIB). En países de economías desarrolladas, han enfrentado sus crisis a través de apoyos a la innovación y estructuraron un sistema económico que favoreciera las políticas para aumentar la interacción de conocimiento entre empresas, universidades y centros públicos de investigación. Esto les permitió incrementar la productividad de sus industrias y generó una reestructuración de sus economías.

Mientras que los países en desarrollo, el peso relativo de las inversiones en I+D es bajo. En México, las fuentes de financiamiento del Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE), son diversas e incluyen al gobierno, sectores empresariales, instituciones de educación superior, instituciones privadas sin fines de lucro y fuentes del exterior. Sin embargo, y según datos de la Oficina de Información Científica y Tecnológica para el Congreso de la Unión (INCyTU, 2020), la contribución del sector empresarial al GIDE siempre ha sido baja lo cual es opuesto a las tendencias internacionales e impide el crecimiento económico del país. En este sentido los países desarrollados dedican entre 1.5% y 4.2% de su PIB al GIDE. En nuestro país el valor de este indicador se ha quedado rezagado desde la década de los 80's a la actualidad, sin rebasar el 0.55%.

Liu et al. (2018), señala que las naciones y organizaciones ya no compiten principalmente por la posesión de recursos tangibles, sino cada vez más por los conjuntos de conocimientos, habilidades, y capacidades de su gente. Estos conocimientos, habilidades y capacidades deben traducirse en ofertas y soluciones de mercado más innovadoras.

El desempeño actual de nuestra economía está relacionado con la imposibilidad de aumentar las capacidades científicas, tecnológicas e innovadoras del país. El nivel de inversión en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) por entidad federativa es muy bajo y está relacionado con el grado de desarrollo económico y social; los estados con menos desarrollo, invierten menos en este rubro. Para el caso de México, según un estudio realizado por Germán-Soto et al. (2009), la actividad innovadora se encuentra directamente relacionada a las inversiones de capital extranjero que llegan en calidad de inversiones al país, los autores señalan que existe una alta correlación entre captación de inversión extranjera y capacidad de innovación.

A lo largo de la historia ha sido evidente que el desarrollo tecnológico y la economía son componentes de un mismo proceso: la actividad económica estimula la innovación tecnológica y esta a su vez impulsa el crecimiento económico, un mecanismo constante de retroalimentación que los académicos, hasta hace muy poco, han comenzado a sistematizar teóricamente (Gómez-Mejía, 2017).

1.4. Modelos de estudio de la innovación

El término innovación designa tanto un *proceso* como un resultado (Drejner, 2002) para conceptualizarlos, se han hecho esfuerzos importantes por modelar el proceso de la innovación, sin embargo, la mayoría de ellos resultan incapaces de capturar toda la complejidad de la realidad que tratan de describir (Padmore et al. 1998). A medida que se han producido avances en el entendimiento del proceso de innovación, han emergido nuevos modelos cada vez más sofisticados y han ido evolucionando desde modelos lineales, pasando por los interactivos, plataformas de investigación hasta los modelos en red.

En el estudio del proceso de innovación, como lo señalan Velazco E. y Zamanillo (2008), se puede afirmar que no existe un modelo explicativo claro y definitivo, muchos son los modelos que se han desarrollado (Cuadro 3), pero en realidad no ha sido posible enmarcar la complejidad que el proceso de innovación conlleva, y mucho menos las fases de dicho proceso. De esta forma podemos decir que “...la mayoría de las innovaciones ni siquiera siguen un único conjunto de fases ordenadas...y es que invita a pensar que una fase empuja a la siguiente inexorablemente” (Velazco E. y Zamanillo, 2008)

Sin embargo, lo que si podemos hacer es mencionar las faces que pueden formar parte del proceso, el orden, la forma en que se desarrollen y la forma en que se relacionan, dependerá de quién y cómo lo investigue el proceso. Las fases a considerar son: Investigación, Desarrollo, difusión y adopción.

Como lo señalan Callon, (2001b) y López (2006), es posible también distinguir dos grandes momentos definidos por la Teoría económica dominante en ese momento, los modelos que han surgido, no se suceden unos a otros, es decir continúan en uso, o son retomados, en diferentes contextos. El autor indica que el primer momento se define cuando el Modelo lineal, que fue ampliamente aceptado y enmarcado en la Teoría neoclásica.

En este modelo proceso de “traducción” de los principios científicos a conocimientos útiles para la producción se concibe en esencia secuencial, y tanto en el plano temporal como institucional comprende fases discretas que deben sucederse. La tecnología se percibe como enteramente realizada con anterioridad a su incorporación a la esfera productiva (no hay retroalimentación proveniente de esta última) y, en general, se ignoran las innovaciones provenientes de actividades no formales. La ciencia, en tanto, se concibe como situada afuera del proceso económico.

Un segundo momento, surge con el pensamiento económico evolucionista (Neoschumpeteriano) en donde es posible ubicar el Modelo interactivo del proceso de innovación (chain-linked), se hace hincapié en las interacciones entre reflexión científica e innovación tecnológica en cada estadio del proceso de innovación, desde la invención hasta la comercialización.

En este tipo de modelos se destaca la importancia de los procesos de aprendizaje (*learning by doing, by using, by producing, by interacting*). La mayor parte del conocimiento tecnológico se puede caracterizar como tácito, específico, de difícil transferibilidad e imitación y no siempre completamente entendido; por ende, el cambio técnico es, en general, acumulativo y “local”. Las tecnologías, se caracterizan por tener diversos grados de apropiabilidad. Se trata de un proceso rico y complejo en el que las diversas interacciones recíprocas están presentes tanto en la generación de la innovación como en su difusión, al vincular a usuarios potenciales con desarrollos científicos y tecnológicos.

Cuadro 3. Clasificación y modelos ofrecidos por distintos autores sobre el proceso de innovación.

Autor	Clasificación de modelos de innovación
Saren, M.A. (1983)	• Modelos de etapas departamentales (<i>Departmental-Stage models</i>) • Modelos de etapas de actividades (<i>Activity-Stage models</i>) • Modelos de etapas de decisión (<i>Decision-Stage models</i>) • Modelos de proceso de conversión (<i>Conversion Process models</i>) • Modelos de respuestas (<i>Response models</i>)
Forrest, J. (1991)	• Modelos de etapas (<i>Stage models</i>) • Modelos de conversión y Modelos de Empuje de la tecnología / Tirón de la demanda (<i>Conversion models and Technology Push/Market-Pull models</i>) • Modelos Integradores (<i>Integrative models</i>) • Modelos Decisión (<i>Decision models</i>)
Rotwell, R. (1994)	• Proceso de innovación de primera generación. Empuje de la tecnología (<i>Technology-Push</i>) • Proceso de innovación de segunda generación. Tiron de la demanda (<i>Market-Pull</i>) • Proceso de innovación de tercera generación. Modelo Interactivo (<i>Coupling Model</i>) • Proceso de innovación de cuarta generación. Integrado (<i>Integrated Innovation Process</i>) • Proceso de innovación de quinta generación (<i>System Integration and Networking</i>)
Padmore, T., Schuetze, H. y Gibson H. (1988)	• Modelo lineal (<i>Linear model</i>) • Modelo de enlaces de cadena (<i>Chain link model</i>) • Modelo en ciclo (<i>Cycle model</i>)
Escorsa, P. y Valls, J. (2003)	• Modelo Lineal • Modelo de Marquis • Modelo de la London Business School • Modelo de Kline
European Comission (2004)	• Innovación derivada de la ciencia • Innovación derivada de las necesidades del mercado • Innovación derivada de los vínculos entre actores en los mercados • Innovación derivada de redes tecnológicas • Innovación derivada de redes sociales

Fuente: Velazco et al, 2008.

Otro de los enfoques, que se ha utilizado para estudiar los procesos de innovación, sobre todo en Latinoamérica, es el de la trayectoria tecnológica, que consiste en el análisis de la dinámica y las interacciones de los agentes socioeconómicos a través del tiempo, con la finalidad de comprender y definir con mayor precisión la forma como evoluciona un tejido productivo; así como para detectar los cambios producidos por el diseño e implementación de políticas de innovación (Carlsson y Jacobson 1997; Edquist, 1997).

Es importante señalar, que este enfoque, constituye un método de análisis, ampliamente utilizado en diferentes áreas del conocimiento, incluyendo la agricultura para trazar la trayectoria del trigo en (Valenzuela, 2014), estudios sobre ciencia, tecnología y sociedad (Dagnino, 2010), localización territorial de la ganadería en Uruguay (Scavone Castro, 2014), generación de biocombustibles en México y Brasil (González y Castañeda 2012), tecnologías de la comunicación (Hilbert, 2009), por mencionar algunos ejemplos de su aplicación.

Más adelante se aborda con mayor detalle el enfoque de trayectorias tecnológicas, debido a su relevancia para la presente investigación.

1.5. Las trayectorias tecnológicas como enfoque para estudiar los procesos de innovación.

Diferentes escuelas de pensamiento han abordado y aportado el enfoque de trayectorias tecnológicas, sin embargo, el punto de referencia son los planteamientos de J. A. Schumpeter, en donde los ciclos económicos largos y las oleadas de destrucción creativa pueden dar cuenta del camino andado por una innovación que transita por el paradigma tecnológico dominante de ese momento. Schumpeter también señaló la importancia de los empresarios, el manejo de la tecnología en la formulación de nuevas formas de producción y de desarrollo social. Advirtió la importancia de los empresarios, como base de la innovación (Girón, 2000 y Arteaga, 2013)

La escuela de economía de la innovación, de la Universidad de Sussex, Inglaterra, continuó con el pensamiento y propuestas de Schumpeter, en ella, destacan diversos autores, tal es el caso de Christopher Freeman, que fundó la escuela, y ha generado importantes aportes al desarrollo conceptual de la innovación y a la comprensión más completa de la tecnología, separada por completo de la razón instrumental. De esta manera, es posible encontrar los conceptos de paradigma tecnológico y de trayectoria tecnológica, como parte de su manejo teórico, sobre todo en dos autores centrales de la escuela de Freeman: Giovanni Dosi y Carlota Pérez.

La trayectoria tecnológica significa comprender el tránsito de las propuestas y sus aplicaciones, las fricciones y dificultades, las aceptaciones y rechazos de las innovaciones (Fortinele et al, 2014; Valenzuela 2014; Ocampo Ledesma et al. 2019).

Así entonces, al principio del desarrollo de una innovación, por ejemplo, su trayectoria tiene un amplio espectro de posibilidades, es en esta etapa en la que a menudo compiten varios sistemas tecnológicos, todos ellos con potencial para convertirse en el sistema tecnológico dominante.

Para Brieva (2006), la trayectoria tecnológica en las empresas está directamente vinculada al patrón o sendero de la actividad innovativa de la organización. Ese patrón presenta la sucesión ordenada y continua de agrupamientos de inversiones o innovaciones de productos, procesos, campos tecnológicos y desarrollo organizacional.

Para Freire y Baldi (2014), el avance a lo largo de una trayectoria tecnológica significa la mejora de los atributos técnicos y económicos deseables para un determinado producto, equipo, herramienta o dispositivo, reduciendo el desequilibrio entre ellos. Por lo tanto, esta trayectoria tecnológica está “relacionada con el camino tecnológico recorrido, formando un conjunto de pasos en la dirección del desarrollo tecnológico, representado por el cambio tecnológico”

Dentro de las ventajas de este enfoque, se encuentra la posibilidad de comprender mejor las raíces de la innovación y predecir mejor su futuro, de acuerdo con esta visión los investigadores deben prestar atención a los antecedentes históricos y sociales de innovaciones y las interacciones sociales implícitas, que pueden ser tanto bilaterales como complejas (Liu et al. 2018). Una mejor comprensión de la trayectoria tecnológica de una innovación, ayudará al desarrollo temprano de habilidades y conocimientos generales y específicos que influyen en el desarrollo de futuras innovaciones. Como en muchos casos esta actividad innovadora se desarrolla basada en las competencias presentes en un territorio (Olazarán y Gómez Uranga, 2000).

En este enfoque, la innovación, se entiende como un proceso, que se compone de un punto de partida o un inicio, diferentes etapas y un horizonte o perspectivas. Este proceso al ser estudiado nos puede hablar de la senda de evolución por las que pasan las tecnologías, esta trayectoria se comprende como un espacio entre un origen y un destino, que permite observar la senda recorrida por las innovaciones y su perspectiva, brindando la oportunidad de conocer los posibles escenarios que la trayectoria seguir. Es posible apreciar con bastante nitidez la formación de identidades, así como las comunidades en construcción, sus dificultades y tendencias, y descubren sus relaciones

con las políticas científico-tecnológicas. Explica también la dinámica de los procesos tecnológicos con sus tiempos y movimientos, actores y las relaciones entre ellos, a la vez que permite establecer identidades y definir colectivos dinámicos con propuestas y formulaciones. A lo largo de la trayectoria, se modificará en cada momento el número y diversidad de actores y relaciones, de acuerdo a la etapa en que se encuentre.

Con los conceptos revisados en el presente marco teórico de la investigación, explican de forma general a la innovación y sus procesos, que a continuación se utilizan para presentar el marco de referencia en el que se desarrolla la innovación en nuestro país.

CAPITULO II. ESCENARIO DE LA INNOVACIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO

En este capítulo, se revisará la importancia de la innovación para el sector agrícola y se abordará el contexto en el cual la innovación agrícola se define como factor clave para lograr competitividad de los sistemas agroalimentarios y su importancia en la construcción del territorio tlaxcalteca, además se explicará cuáles los modelos y estrategias de gestión que se han planteado en México a lo largo de más de un siglo de política de desarrollo agrícola, que han buscado garantizar la soberanía y suficiencia alimentaria de nuestro país.

2.1. La innovación en la agricultura

El desarrollo de la agricultura, desde sus inicios, ha dependido de la innovación para su desarrollo. Este es el factor crucial de su cambio y evolución. En la declaración de Ministros de Agricultura de las Américas (2011) se manifestó el convencimiento de que la innovación agrícola es un catalizador del crecimiento y el cambio, y que promover la innovación es vital para enfrentar los retos de la agricultura y el desarrollo de los territorios, la adaptación al cambio climático y el mejoramiento de la seguridad alimentaria y la calidad de vida de los habitantes. En este sentido la FAO (2015), señala que en el marco de la agricultura, la innovación es un proceso a través del cual los agricultores mejoran la producción y las prácticas de gestión de sus sistemas de producción agrícolas.

Esto queda demostrado si hacemos un análisis retrospectivo, en la historia humana, la innovación en agricultura ha permitido a la creciente población del mundo superar hambrunas masivas, mediante el incremento de la producción agrícola y, en consecuencia, de la disponibilidad de alimentos, y de la mejora de los ingresos de los productores agrícolas, que conllevan la reducción del hambre y la pobreza (Sonnino y Ruane, 2013). Las innovaciones conciernen primeramente al incremento de la producción de alimentos, forraje y productos derivados y mejorar la calidad de la producción, condiciones de cultivo y procesos productivos (Van der Veen, 2010), pero pueden generarse en cualquier parte de proceso productivo y/o en las áreas comerciales, organizacionales y administrativas de los sistemas de producción.

Sin embargo, la innovación agrícola requiere de algo más que tan solo la acción de los agricultores, el sector público que trabaja con el sector privado, la sociedad civil y los agricultores y sus organizaciones debe crear un sistema de innovación (SI) que establezca vínculos entre estos

diversos actores, fomente la capacidad de los agricultores y proporcione incentivos para innovar (Rendón et al., 2007; IICA, 2014; FAO, 2015).

Diversos autores coinciden al señalar que la innovación desempeña un rol crítico para lograr una agricultura competitiva y sustentable (García Sánchez, 2012a; Rivas Platero et al. 2014; FAO, 2015). De esta manera nos señalan Aguilar Ávila y Santoyo Cortés (2015), que uno de los grandes retos para el gobierno mexicano es que los pequeños productores con baja competitividad, rentabilidad y limitado acceso a las innovaciones (no sólo por carencia de recursos económicos, sino también por deficiencias en sus habilidades empresariales y educativas) se inserten en el círculo virtuoso de la innovación.

En este sentido, se debe insistir en que favorecer y destinar recursos públicos a la innovación agrícola es fundamental para enfrentar los retos globales, cuyos efectos negativos comienzan a hacer estragos en la agricultura mundial (Turrent-Fernández et al. 2016). En México, por ejemplo, la sequía, derivada del cambio climático, ya afecta a más del 70% de la superficie de México y se espera en la próxima década, se intensifique hasta en un 30% (CONAGUA, 2021). Así, el Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias (IFPRI por sus siglas en inglés) sostiene que para conseguir un incremento de 0.5 % de la productividad agrícola, las inversiones nacionales e internacionales en investigación para el desarrollo deben ascender desde los actuales USD 5.1 mil millones por año hasta los USD 16.4 mil millones por año, antes de 2025 (Suresh, 2011).

Otro aspecto a considerar es el incremento de la población rural en condición de pobreza, de acuerdo con el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), en 2012, 45.5% de la población total del país era pobre; en el sector rural la proporción de la población que vivía en esa condición se incrementó a 61.6% (21.5% en situación de pobreza extrema y 40.1% en pobreza moderada), niveles muy por encima de los valores registrados en el medio urbano (6.3% y 34.3%, respectivamente).

Por ello, como lo señala Rendón Medel et al. (2007), promover los procesos de innovación en los territorios rurales acarrea nuevos retos y exige la incorporación más rápida de conocimientos por parte de los agricultores a sus sistemas de producción. Estos conocimientos que en ocasiones deben ser generados, validados y difundidos eficazmente por todo el sistema de innovación. Los centros de investigación, las universidades, el servicio de extensión y los agricultores líderes tienen un papel fundamental y deberán ser cada vez más protagónicos. En concordancia con este argumento, Aguilar Ávila y Santoyo Cortés (2015), insiste en que la pertinencia de las acciones de los actores

generadores y difusores del conocimiento sólo será posible si mantienen una gran comunicación con el sector productivo. Para construir y atender la agenda mencionada es necesario fortalecer la triple hélice configurada entre gobierno, universidades centros de investigación (públicos y privados) y los agricultores; sólo así la investigación se logrará orientar preponderantemente a atender las necesidades de la sociedad, y del sector productivo en particular; es decir, orientarlo a la innovación.

2.2. Importancia de la agricultura en la construcción del territorio Tlaxcalteca

En la evolución histórica de Tlaxcala, como espacio concreto, han influido varios factores que explican su actual fisonomía: sus recursos naturales, su ubicación en la red de caminos México-Veracruz, su cercanía con los centros políticos y fabriles, y su desarrollo industrial (Huato et al., 2007).

En este sentido, de las diferentes actividades económicas que se desarrollan en el territorio, la agricultura es considerada la actividad primigenia, que da sentido al establecimiento de los asentamientos humanos, mediante esta actividad los seres humanos se relacionan con la naturaleza y la modifican para obtener alimentos, que son base de desarrollo. En Tlaxcala, la agricultura ha sido la actividad estructuradora de su territorio, por siglos, alrededor de ella, el pueblo Tlaxcalteca ha construido relaciones, ha basado su alimentación y ha generado riqueza y sustento.

La agricultura en el territorio de Tlaxcala se practica desde por lo menos 3700 años, 2000 años antes que el resto del valle de México (García Cook, 1974), de acuerdo a Luna M. (1993) y González Jácome (2013) , sus sistemas de producción, basados en la producción de maíz, para el año 800 a.C. ya presentaban el desarrollo de tecnología e innovación como la construcción de terrazas y sistemas de irrigación primitivos y de amplitud limitada, con el éxito de la agricultura en Tlaxcala se facilitó el establecimiento de numerosos pueblos, lo que indica un fuerte crecimiento demográfico previo a la conquista de México.

A la llegada de los españoles, el territorio tlaxcalteca se sometió a siglos de dominación política, cultural, social y militar. Con el paso del tiempo se dio una reestructuración del sistema propiedad de las tierras agrícolas, las tierras en donde los indígenas producían sus alimentos, pasaron a concentrarse en grandes propiedades privadas con la aparición de grandes haciendas y la introducción de la ganadería en forma de crianza extensiva de ganado bovino, caprino y ovino, así como la introducción de nuevos cultivos, principalmente trigo, avena y cebada (Luna M., 1993).

A partir de 1866, año en que llega el ferrocarril, se da una verdadera expansión de la economía del pulque, se estimó 47 millones de agaves plantados en esa época para abastecer una línea especial que comunicaba a las haciendas pulqueras de los valles centrales. La agricultura en Tlaxcala continuaba siendo la actividad económica principal, se caracterizaba por ser simple y doméstica, la fuerza de trabajo la constituían los miembros de la familia inmediata quienes cultivaban y cosechaban con un equipo escaso y dentro de una economía de subsistencia, (Garza Navarro y Prat, 1996).

Este tipo de agricultura se mantuvo en el territorio de Tlaxcala, incluso cuando en la segunda mitad del siglo XX, llegó la revolución verde a México, que pretendió llevar a la modernidad a la agricultura de nuestro país, teniendo un bajo impacto sobre los sistemas de producción agrícolas del estado. Como nos señalan Gómez y Tacuba Santos (2017), es hasta la década de los 90's que el enfoque territorial del desarrollo, que se introdujo en México como respuesta para abordar los diversos problemas del medio rural (la desigualdad, la pobreza y el estancamiento productivo).

El enfoque territorial del desarrollo fue el producto de las nuevas tendencias mundiales en la planeación del desarrollo, en las que el centro y motor era el territorio rural como espacio receptor de la política, y como detonador de círculos virtuosos de crecimiento, comercio y redistribución (Damián et al. 2007) . Es decir, el sector agrícola pasó a ser parte del territorio rural, más no el instrumento de desarrollo, en este sentido, el territorio se puede concebir como un espacio que se define y se reproduce como una red, o un conjunto de ellas, las cuales están constituidas por actores (agroindustrias, asesores y consultores, organizaciones, proveedores, organismos públicos, etc.) entre los que se registran flujos que definen determinadas estructuras que evolucionan, donde existen variadas posiciones (dependencia, poder, estratégicas, etc.) ocupadas por diferentes actores y por los diversos espacios contenidos en la totalidad del territorio (Rendón Medel et al. 2007).

Como lo señalan Damián, et al. (2007), el enfoque territorial aborda su estudio bajo el supuesto de que el territorio es resultado de un proceso histórico-social, donde se sintetizan y entrecruzan múltiples dimensiones (sociales, naturales, económicas, políticas, institucionales, culturales) y escalas espaciales (municipio, región, nación, mundo), que interactúan entre sí. De esta forma el territorio rural se definió como un espacio donde convergían elementos agrícolas, pero también, sociales, económicos, naturales, culturales, históricos, geográficos, biológicos y ecológicos. El foco de esta concepción es el sujeto rural, a quien se puso como el principal activo y beneficiario de las redes de asociación social y productiva (Gómez y Tacuba Santos, 2017).

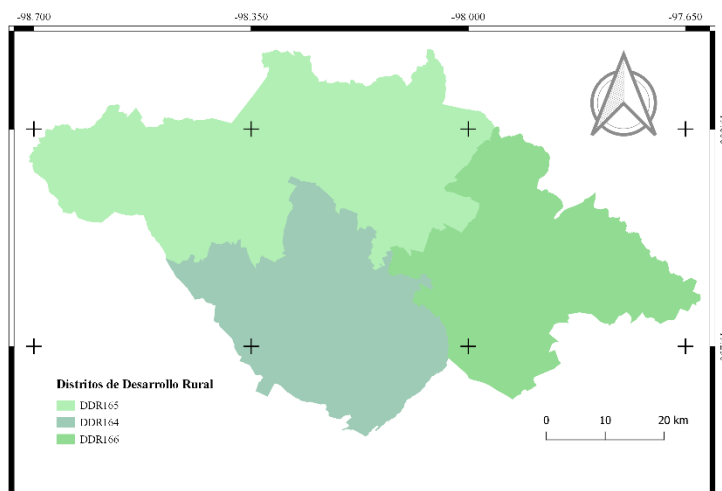
Rendón Medel et al. (2007), señala que las relaciones sociales, el contexto institucional, así como el espacio geográfico, son elementos fundamentales e imprescindibles para comprender cómo funcionan y cómo se generan los procesos de innovación. La existencia de espacios de interacción entre los actores económicos y entre éstos y otras instituciones, se ha revelado fundamental para los procesos de innovación y, en general, para el progreso económico.

Derivado del auge del enfoque territorial en México y en un esfuerzo por establecer una unidad de análisis de la actividad agropecuaria del territorio mexicano, en 2001 se promulga la Ley de Desarrollo Sustentable, en su artículo 29 se define el ordenamiento territorial para diseñar e instrumentar los programas de desarrollo desde la Administración Pública Federal y la toma de decisiones en el ámbito rural, a partir de unidades básicas llamadas Distritos de Desarrollo Rural (DDR).

En este sentido, los Distritos de Desarrollo Rural se definen como la base de la organización territorial y administrativa de las dependencias de la Administración Pública Federal y Descentralizada, para la realización de los programas operativos de la Administración Pública Federal que participan en el Programa Especial Concurrente y los Programas Sectoriales que de él derivan, así como con los gobiernos de las entidades federativas y municipales y para la concertación con las organizaciones de productores y los sectores social y privado (DOF, última Reforma vigente 03/06/21).

En el estado de Tlaxcala se delimitan al interior de su territorio tres Distritos de Desarrollo Rural: el 164, situado en la ciudad de Tlaxcala, abarca 36 municipios y ocupa el 26.7% del área cultivable del estado; el 165, con sede en Calpulalpan que cuenta con 11 municipios y concentra el 43% del área cultivable y el 166 ubicado en Huamantla que incluye 13 municipios y el 30.3% del área agrícola (Figura 1) (SADER, 2021).

Figura 1. Distritos de Desarrollo Rural de Tlaxcala



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del INEGI y SADER (2021)

Las redes de relaciones que se han configurado al interior del territorio tienen mucho que ver con la funcionalidad de los DDR, los programas de extensión y capacitación, de transferencia de tecnología, los centros de acopio y bodegas de insumos del Gobierno estatal, la instalación de empresas que proveen servicios, se enmarcan en la jurisdicción de los DDR. Sin embargo, esta propuesta oficial de ordenamiento territorial ha generado estrategias insuficientes e ineficientes de gestión de la innovación, enfocando sus esfuerzos en la administración y distribución de los apoyos gubernamentales, incluidos los apoyos para transferencia de tecnología bajo enfoques lineales.

Uno de los programas que administrados por los DDR es el abasto de semilla de maíz certificada, cuya agenda se limita a establecer anualmente algunas bodegas de venta de semilla híbrida (en su mayoría de empresas semilleras nacionales y transnacionales), en donde se ofertan variedades que no han sido evaluadas en los ambientes diferentes a los que prevalecen en Tlaxcala, es decir las empresas evaden la responsabilidad de establecer las parcelas de validación dentro del estado y los costos y tiempo que les implica. La evaluación *in situ* es la única forma de garantizar a los agricultores que el potencial productivo de la variedad se alcanza en las condiciones de suelo y clima prevalecientes en sus territorios, sin embargo el gobierno estatal no la exige.

La última evaluación oficial del potencial productivo de variedades de maíz, por parte del INIFAP, fue en el año 2000 (Turrent Fernández, 2009) y según datos de esta investigación, la última vez

que las empresas sometieron a evaluación sus variedades fue en 2008, estas evaluaciones se realizan bajo la responsabilidad del campo experimental del INIFAP en Tlaxcala.

Es importante señalar que las variedades ofertadas en el estado de Tlaxcala son, en el mejor de los casos, desarrolladas para las condiciones agroclimáticas de Valles Altos. Según estudios del INIFAP, se estima que podría usarse una variedad mejorada por cada cinco mil hectáreas como máximo (Espinosa et al. 2009), de esta forma para un promedio de 120 mil has sembradas de maíz anualmente en los 3 DDR de Tlaxcala, se requerirían 24 variedades mejoradas para dar atención a los agricultores de maíz del estado. El argumento anterior apoya la importancia de las investigaciones que den cuenta de los factores económicos, sociales o políticos que frenan o aceleran los procesos de innovación, para que sean la base para la elaboración de propuestas que mejores los procesos de I+D y aceleren la adopción de innovaciones como lo son las semillas mejoradas.

2.3 Los modelos y estrategias de gestión de la innovación en México

En México, la atención al campo ha tenido un papel importante, esta se realiza a través de la política oficial, para su instrumentación, se han desarrollado diferentes modelos de gestión, mismos que pueden ser un valioso instrumento que puede contribuir a impulsar la innovación y hacer frente los riesgos de mercado, la inestabilidad del Estado, conflictos, cambios de consumo, altos costos, el cambio climático y la degradación de los recursos naturales (Aguilar Ávila et al. 2010) . En nuestro país, en la década de los 40's, que marca el inicio de la investigación agropecuaria y forestal sistematizada en México, dándose un gran avance en la orientación y organización de la investigación, enseñanza y extensión (Reyes Castañeda, 1981; INIFAP, 2004).

Los modelos de gestión implementados en México para favorecer los procesos de innovación y transferencia inician con el llamado extensionismo lineal o modelo tradicional, que de acuerdo con Del Valle Rivera (2000), comenzó a implementarse durante los años cincuenta, cuando se trató de transformar a los campesinos en agentes económicos más productivos, bajo el supuesto de que los centros de investigación tenían un número suficiente de tecnologías, las cuales sólo debían ser transferidas a ellos. El modelo que se eligió para este proceso de transformación fue el llamado modelo lineal, que parte de la premisa de que la tecnología es desarrollada en los centros de investigación y transferida los usuarios, este modelo aún continúa vigente.

Hasta mediado de los años 70's, “la teoría económica consideraba a la tecnología como información, cuyo proceso de producción resultaba de la acción secuencial de las instituciones de investigación –exógenas al sistema económico- y de las empresas innovadoras” (Buesa et al. 2002). Su principal característica presupone un escalonamiento progresivo, desde el descubrimiento científico (como fuente de la innovación), hasta la investigación aplicada, el desarrollo tecnológico, la fabricación y el lanzamiento al mercado de la novedad. En los modelos lineales hay dos posibles caminos que conducen a la innovación ya sea por el “jalón” de la demanda o por el “empuje” de la oferta tecnológica.

Entre 1985 y 1988 se operó el Programa de Capacitación y Asistencia Técnica Integral (PROCATI, financiado por el Banco Mundial) y para 1996 se crea el Sistema Nacional de Extensión Rural (SINDER), como una estrategia del gobierno federal, cuya misión es la de coadyuvar en el proceso del desarrollo rural. De acuerdo con Muñoz-Rodríguez y Santoyo Cortés (2010), el SINDER estuvo integrado por el Programa de Capacitación y Extensión (PCE) y el Programa Elemental de Asistencia Técnica (PEAT), siendo éste el que alcanzó mayor cobertura.

En 2001 surge el Programa de Extensión y Servicios Profesionales (PESPRO). La diferencia fundamental con el esquema anterior estriba en que el programa de trabajo del profesional ahora consistía en diseñar e implementar un proyecto de desarrollo productivo empresarial de manera participativa con la población atendida, para lo cual se estableció un programa de capacitación y seguimiento (Muñoz-Rodríguez y Santoyo Cortés, 2010). El programa se denominó Programa de Desarrollo de Capacidades (PRODESCA), el cual operó hasta 2007 y al extensionista o técnico se le denominó Prestador de Servicios Profesionales (PSP). El PRODESCA operó de manera descentralizada, como un modelo diferente de extensión. Señalan que en 2008 se registró nuevamente una serie cambios en los programas de extensión rural, lo cual permitió hacer más visible la existencia de toda la red de PSP. Entre los cambios más trascendentes figuran los siguientes:

- Agrupamiento en un solo marco normativo de todas las iniciativas que se estaban desarrollando en los diferentes ámbitos de la SAGARPA. Así, dado que las áreas de pesca, ganadería, agricultura y desarrollo rural operaban por su lado programas de extensionismo, se decidió agruparlos en un solo componente llamado de Asistencia y Capacitación bajo la coordinación de la Subsecretaría de

Desarrollo Rural y como parte del Programa de Soporte. • Esta integración fue aceptada por las diferentes áreas de la SAGARPA, bajo el compromiso de respetar la diversidad de las cadenas productivas, territorios y objetivos a alcanzar por parte de los servicios técnicos.

- Se impulsó a nivel de todos los estados el involucramiento de las universidades estatales en calidad de Centros de Evaluación del desempeño de los prestadores de servicios profesionales.

Para la primera década del 2000, en México se impulsa fuertemente el llamado Modelo en Red, que es también conocido como Modelo de Quinta generación y prácticamente todos los programas de asistencia técnica financiados con recursos federales se diseñan bajo este modelo. El Modelo en Red, que pone foco sobre el aprendizaje (dentro y fuera de las empresas), sugiere, que la innovación es un proceso distribuido en red, donde la utilización de herramientas electrónicas es primordial, para efecto de incrementar la velocidad y eficiencia en la generación de nuevos productos, así como para generar una red de proveedores y consumidores cada vez más compleja (Rothwell, 1994) y se caracteriza por el intensivo uso de sofisticadas herramientas tecnológicas que permiten incrementar la velocidad y eficiencia en el desarrollo de nuevos productos (Velazco, B. 2008)

Bajo este enfoque surge en 2004, el modelo AGI-DP (Agencia de Gestión de la Innovación-Desarrollo de proveedores), Según (Christoplos, 2010), el modelo AGI, incluía las acciones e incentivos que, facilitan el acceso de los agricultores, sus organizaciones y otros agentes del mercado a conocimientos, tecnologías e información; fomentan su interacción con asociados en investigación, la enseñanza, la agroindustria y otras instituciones pertinentes; y permiten coadyuvar en el diseño de prácticas y habilidades técnicas, de gestión y de organización. Estas Agencias fueron impulsadas por el Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM) de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), en coordinación con SAGARPA.

Durante la última década, autores como Muñoz et al. 2004 y Santoyo-Cortés (2018), han propuesto una metodología para gestionar la innovación en territorios rurales llamada “redes de innovación”. La visión de red permite plantear un modelo diferente al lineal y considera que existe una interacción entre una red de actores conformada por proveedores de insumos, compradores, asesores, generadores de conocimiento, entes financieros y difusores de lo aprendido. Apoyándose en esta red se puede mejorar la adopción de innovaciones por parte de los actores del campo

(innovación individual o colectiva). En esta metodología se promueve la gestión de las interacciones de la población objetivo para mejorar la densidad de la red y la calidad de las interacciones, así como para incrementar la cooperación y asociación (Santoyo-Cortés, 2018). Esta perspectiva considera el logro de la competitividad como una relación directamente proporcional al buen funcionamiento de las redes y al grado en que oferentes y demandante se involucran en ellas (Muñoz-Rodríguez y Santoyo Cortés, 2010).

Posteriormente, ya para la década de 2010, se impulsa un nuevo modelo llamado Plataformas de Innovación (PI) de acuerdo a Rivas Platero et al., (2014) estas se definen como espacios físicos, virtuales ó físico-virtuales de los grupos de interés que se ha creado en torno a un producto o sistema de interés mutuo para fomentar la colaboración, la cooperación y el enfoque para generar innovación en el producto o sistema. En dichas plataformas, la innovación depende de las diferentes partes interesadas, la adopción de diferentes prácticas de una manera más o menos concertada basada en algún tipo de coordinación, acuerdo y expectativa mutua (Rivas Platero et al. 2014; Von Oppeln, 2018). En este sentido, las (PI) pueden actuar como espacios de intercambio de conocimientos que lleva a la acción sin la necesidad de investigación o investigadores (Nederlof et al. 2011).

El uso de las PI, implica un distanciamiento de la transferencia tradicional y lineal de la tecnología; mediada por la terna, investigación-extensión-agricultor; y puede fortalecer a los sistemas de innovación agrícola que basan su función en la consideración de que la innovación es un proceso social compartido por múltiples actores (Von Oppeln, 2018). En 2010, bajo este modelo se inicia el programa Modernización Sustentable de la Agricultura Tradicional (MasAgro), es un proyecto de investigación y desarrollo rural de la SAGARPA y CIMMYT y que actualmente continúa vigente en nuestro país (CIMMYT, 2021).

De esta forma, en la última década, se han retomado tres modelos: el lineal, ya con más de 5 décadas de uso y continúa vigente y por otra parte otros dos modelos de gestión que actualmente están a la vanguardia en nuestro país: las plataformas de innovación y de redes, esta última está basada en la teoría de redes de innovación. El uso intensivo de tecnologías de comunicación, que permiten la interacción a distancia y acelerar el flujo de información, ha fortalecido a estos dos últimos modelos en los últimos años.

CAPITULO III. INNOVACIÓN GENÉTICA EN LA AGRICULTURA, FACTOR CLAVE PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

En este capítulo se revisará el papel del mejoramiento genético como uno de las acciones clave para mitigar los efectos negativos del cambio climático, incrementar la producción agrícola y contribuir a la producción de alimentos en cantidades suficientes y de calidad. Se pone especial énfasis en uno de los cereales más consumidos en el mundo: el maíz.

3.1. El reto de alimentar al mundo

El rápido crecimiento demográfico, la urbanización, el aumento de la riqueza y los consiguientes cambios en los hábitos de consumo ponen a prueba la capacidad de nuestros sistemas alimentarios para proporcionar alimentos nutritivos y ayudar a ofrecer mejores oportunidades de subsistencia de forma medioambientalmente sostenible (FAO, 2021). Además, la agricultura contribuye a agudizar los fenómenos meteorológicos extremos asociados con el cambio climático (que a su vez le afectan), a la degradación de la tierra y la pérdida de la biodiversidad (Egea et al., 2015; Turrent et al., 2016; FAO, 2021). Con el cambio climático se prevé que en países como México, los veranos serán más calurosos y secos, junto con una reducción de la temporada de crecimiento, el aumento en la proliferación de plagas y enfermedades y una disminución de las tierras aptas para la agricultura (Easterling et al. 2000; Pierre, 2021).

Aunado a estos problemas, la FAO (2021) señala que en América Latina y el Caribe, se espera que en las próximas décadas aumente la pobreza, lo que afecta directamente el acceso a los alimentos. La disponibilidad de alimentos (oferta) se define como la cantidad de granos básicos a la cual pueden acceder todos los habitantes de un país; estará constituida por el volumen de producción, más las importaciones y restadas las exportaciones. El consumo de alimentos (demanda) dependerá fundamentalmente del nivel de ingreso y los precios relativos de los alimentos. Aunado a lo anterior, se estima que la demanda de energía (DE) de un mexicano promedio estará cerca de las 2,150 calorías diarias per cápita (Camberos, 2000).

Ante este complejo escenario, la FAO (2021), resalta que el sistema alimentario necesita soluciones urgentes e innovadoras, teniendo en cuenta las particularidades de cada país (con sus riesgos, oportunidades y vulnerabilidades) con el fin de ayudar identificar áreas prioritarias para el

desarrollo de políticas, programas e inversiones. Señala además que para hacer frente a estos desafíos es necesario un enfoque sistémico que aborde su alcance y dificultades de una manera integral y sostenible, en este sentido un sistema alimentario sostenible es aquel que garantiza la seguridad alimentaria y la nutrición de todas las personas de tal forma que no se pongan en riesgo las bases económicas, sociales y ambientales de éstas para las futuras generaciones (FAO, 2021).

Se estima que para el 2050 para satisfacer las necesidades alimentarias de casi 10 mil millones de personas proyectadas, la productividad agrícola global debe aumentar de manera anual en un 1.75% pero sólo ha aumentado un 1.51 % anual desde 2010 y sin embargo para el año 2050 debemos estar duplicando la producción mundial de alimentos (CIMMYT, 2020). En este sentido, el crecimiento de la población sigue siendo el principal impulsor de la demanda agrícola, centrarse en aumentar la producción a través del crecimiento de la productividad sigue siendo tan vital. Sin aumentos significativos en la productividad y la producción, los países de bajos ingresos con poblaciones en rápido crecimiento no tendrán recursos suficientes para cultivar o importar suficientes alimentos para sus ciudadanos, perpetuando los ciclos de hambre, desnutrición y pobreza (Global Agricultural Productivity, 2020).

El reto de alimentar a las futuras generaciones, se presenta como un escenario complejo, los países que mejor han reaccionado y dan mejores condiciones de vida a sus habitantes, han colocado a la innovación basada en conocimientos como la palanca fundamental del desarrollo de sus sociedades (Rendón Medel et al. 2007), es posible vislumbrar que el futuro de la producción de alimentos, estará en manos de quienes logren innovar de forma rápida y efectiva.

3.2. México ante los retos de la agricultura

Mantener y mejorar la capacidad para alimentar a la población mexicana, que según datos del INEGI (2021) se estima en 126, 014,024 millones de personas, es un reto importante para México, pues se proyecta que para el año 2050, la población llegue a 140.2 millones de personas (CONAPO, 2015). El desarrollo agrícola deberá atender la demanda de alimentos de su población y sobre todo de la producción de granos básicos, imprescindibles en la dieta diaria de los mexicanos (CEDRSSA, 2019).

Dado que es un hecho que los habitantes de cada país del mundo apoyan su alimentación en un grano básico: ya sea arroz, maíz, trigo, mijo, frijol, etc. (Camberos, 2000), para nuestro país, de acuerdo a datos de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), se considera como granos básicos aquellos que son imprescindibles en la dieta diaria por su contenido y aportación nutrimental como es el maíz, frijol, trigo y arroz, entre otros, los cuales son, de acuerdo al artículo 179 de la Ley de Desarrollo Rural Sustentable, productos básicos y estratégicos, que son considerados alimentos indispensables para garantizar la Soberanía Alimentaria de acuerdo a la meta fijada en el Plan Nacional de Desarrollo 2019–2024 (CEDRSSA, 2019).

En este sentido, como lo menciona Delgadillo-Ruiz et al., (2016) en el pasado, el crecimiento del sector agrícola se basaba en la expansión de las áreas de cultivo, sin embargo, la frontera agrícola llegó a su máxima capacidad, por lo que la expansión de la superficie cultivada no es una estrategia sostenible en las próximas décadas. Esto implica que para garantizar la alimentación de la creciente población, se deberá trabajar en de forma decidida en las próximas décadas, en mejorar productividad de la tierra disponible para la producción de alimentos, incluso en un escenario en donde la expansión urbana reduce cada vez más la superficie cultivable de nuestro país.

Por su parte, el clima y sus variaciones son y serán determinantes de la producción agrícola de México al influir directamente en el desarrollo de los cultivos. El factor de mayor impacto en la producción agrícola es el cambio en los patrones de lluvia, esto ha llevado a una disminución o cambio en la superficie sembrada de estos granos. De acuerdo al Monitor de Sequía en México (MSM) emitido por el Servicio Meteorológico Nacional, durante 2019 en algunas regiones del territorio nacional predominó un ambiente cálido a caluroso con temperaturas de 35 a 45°C.

Estos cambios climáticos han tenido un fuerte efecto en la producción de alimentos de nuestro país, en la última Proyección de productos básicos 2019-2024, realizada, el maíz es uno de los cereales más importantes, sobre todo es un cultivo del que se obtiene diversos derivados (SIAP, 2021). Entre 2019 y 2024 su producción, se prevé aumentará en México, no obstante, la cobertura de la producción nacional ira en descenso en relación al consumo nacional, al pasar del 63.3% al 61.2%; lo que significa un incremento en sus importaciones (CEDRSSA, 2019).

3.3. La innovación genética en la agricultura y el maíz

El maíz (*Zea mays* L.) es una especie única: por la gran diversidad genética, por su adaptación a gran rango de ambientes; por su resistencia a enfermedades e insectos; por su tolerancia a distintos estreses ambientales, por sus múltiples usos como alimento humano o animal y por la gran variedad de productos que se obtienen de esta especie (Ortega, 2020).

El maíz apareció entre los años 8 000 y 5 000 A.C. y ha evolucionado por selección natural, por la selección dirigida por los agricultores-mejoradores durante miles de años y por los mejoradores profesionales en los últimos 150 años (Turrent Fernández, 2009) . Según Paliwal R. (2001) y Ortega Paczka (2010), la diversificación de ambientes en los que se ha sido cultivado el maíz durante siglos y la mejora de variedades primaria, ha sido un logro de agricultores-mejoradores durante muchas generaciones, estos cultivares se conocen como variedades locales, nativas o criollas. Estas variedades locales son fuentes de características que son importantes para la adaptación local, la estabilidad económica y la sostenibilidad de los agricultores.

De esta forma las semillas constituyen el primer eslabón de la cadena de producción alimentaria, las semillas mejoradas se utilizan desde siempre, como resultado de una práctica espontanea de optimización de la actividad agrícola ejercida por los propios agricultores (Bercovich y Katz, 2015), sin embargo con el descubrimiento de las leyes de la herencia de Mendel, a finales del siglo XIX y su posterior aplicación en las ciencias agrícolas, es que se abre la posibilidad de generar variedades híbridas para cumplir metas productivas específicas, la innovación genética en la agricultura hace su aparición a inicios del siglo XX.

La innovación genética en la agricultura ha generado diferentes metodologías de mejoramiento genético, que se define como la adaptación de los cultivos a los cambios bióticos y ambientales y desarrollar nuevos usos y alimentos (Turrent, et al., 2011), todo programa de mejoramiento parte de los recursos fitogenéticos, que son cualquier material de origen vegetal, incluido el material reproductivo y de propagación vegetativa que contiene unidades funcionales de la herencia, y que posee un valor real o potencial para la alimentación y la agricultura (SAGARPA-SNICS, 2014).

En este sentido, una variedad híbrida es considerada como el conjunto de plantas con cierto nivel de uniformidad, producto de la aplicación de alguna técnica de mejoramiento genético, con

información genética específica, estable en sus características esenciales; así como condiciones favorables de rendimiento, calidad, precocidad, resistencia a plagas y enfermedades, y un alto potencial para aprovechar las condiciones del medio natural (Espinosa et al. 2009; Bercovich y Katz, 2015).

Las metodologías de mejoramiento del maíz pueden ser divididas en dos grupos mayores: (a) esquemas de selección recurrente para mejoramiento de las poblaciones y (b) desarrollo de líneas puras e híbridos. El primero hace referencia a las plantaciones que se realizan cada ciclo agrícola y que se realiza de forma recurrente, generalmente en parcelas de agricultores asesorados por especialistas fitomejoradores, la selección masal, es el ejemplo clásico de este primer grupo (Ortega, 2020) .

La hibridación del maíz es indudablemente una de las más refinadas y productivas innovaciones en el ámbito del fitomejoramiento, con esta innovación, de un ciclo a otro fue posible incrementar hasta un 25% los rendimientos de maíz (Bercovich y Katz, 2015) . El éxito de esta innovación, dio lugar a que el maíz haya sido el principal cultivo alimenticio a ser sometido a transformaciones tecnológicas en su cultivo y en su productividad, rápida y ampliamente difundidas; ha sido también un catalizador para la revolución agrícola en otros cultivos (Paliwal, 2001; Bercovich y Katz, 2015).

Igartua (2019) señala que en la década de 1960, la revolución verde supuso la adopción de variedades de trigo y arroz de alta productividad, el rápido incremento de los rendimientos en los cereales constituyó uno de los mayores logros de la humanidad en la lucha contra el hambre y dio un impulso decisivo a la investigación en genética de cultivos, este logro se basó en el uso de un “paquete tecnológico” que incluía nuevas técnicas culturales, uso más intensivo de fertilizantes y agroquímicos y que logro rápidamente el incremento del rendimiento de diferentes granos básicos, entre ellos el maíz.

A finales de los años '70, que con la aparición de la biotecnología aplicada a las plantas marca el segundo hito en el proceso de selección. Los descubrimientos de la biología molecular, de la fisiología vegetal y de la genética ponen a disposición de los reproductores de semilla (públicos y privados) nuevas herramientas de investigación (Bercovich y Katz, 2015).

A un siglo de distancia, del primer híbrido de maíz generado, varios esquemas de selección con considerable flexibilidad en los detalles para su ejecución han sido desarrollados y están disponibles en la actualidad para los mejoradores de maíz (CONABIO-INIFAP, 2015). Dowsell R. et al. (2019), estimaron que menos del 10% de la diversidad genética del maíz acumulada en todas las razas de maíz está probablemente siendo usada como material para el mejoramiento de variedades, por lo que existe una gran riqueza genética de este cereal aun por explorar y su potencial mejora es foco de atención de los fitomejoradores, según Bercovich y Katz (2015), se ha calculado que el rendimiento teórico máximo de la planta de maíz sería de 30 toneladas/ha, por lo que con los métodos de mejoramiento genético vegetal disponibles y las innovaciones radicales en las que actualmente se trabaja, es posible prever un incremento sostenido de los rendimientos del maíz y otros granos básicos.

En la actualidad, las grandes innovaciones vigentes en métodos de mejora genética vegetal, incluyen al método clásico, que como señala Bercovich y Katz (2015) se basa en obtener líneas puras partiendo de poblaciones, y encontrar la cruce de ellas que produzca el mayor vigor, la selección se basa en una búsqueda aleatoria, los cruzamientos óptimos se hallan según una metodología basada en la ley de los grandes números, en la cual se escoge una línea y se la cruza contra todas. Esto implica la necesidad de partir de un volumen de material enorme para poder hacer innumerables combinaciones de líneas hasta encontrar las que producen alta heterosis (vigor híbrido), la gran desventaja de este método es el tiempo (de 8 a 12 años de trabajo) y el alto costo económico que implica.

Otra innovación, que ha sido controversial es la técnica de micro balística o transfección con *Agrobacterium*, que permiten modificar el material genético de un organismo, añadiendo segmentos de ADN (genes) provenientes de otro, ya sea de la misma especie o de una diferente (INCyTU, 2018). Cuando un gen de una especie se añade a otra, se obtiene un organismo genéticamente modificado (OGM), es decir, un organismo transgénico. Este método realiza aleatoriamente la inserción del gen en el genoma de la planta, por lo que los posibles efectos de estos cambios son difíciles de predecir y deben ser estudiados y analizados exhaustivamente, esto eleva sus costos de forma considerable. Esta práctica reduce los costos de producción y trabajo para la generación de nuevas variedades de maíz, así como el uso de herbicidas en 37%; además, incrementa 68% las ganancias de los agricultores y mejora 22% los cultivos (INCyTU, 2018).

Recientemente se ha innovado con el desarrollo de métodos para modificar el ADN, los cuales se conocen como edición genética. A través de estas técnicas es posible conferirles a las plantas resistencia a herbicidas, hongos, bacterias y virus o la capacidad de absorber mejor sus nutrientes. Se basa en tres acciones: a) Modificar un segmento de ADN de una planta con el propósito de mejorar su función, b) Eliminar algún segmento perjudicial y c) Añadir un segmento de ADN que le confiera una ventaja sobre la variedad original.

Los tres métodos más utilizados para realizar edición genética son TALEN, ZFN y CRISPR/Cas9. Estos métodos toman sus nombres de las moléculas utilizadas para su ejecución (INCyTU, 2018). Las tecnologías actuales permiten determinar la secuencia del genoma de los organismos, por lo que es posible reconocer todos los cambios realizados durante la edición genética (tanto los deseados como los no deseados). Esto hace posible escoger las plantas en las que se realizaron exclusivamente las modificaciones genéticas deseadas, para su cultivo. En el Cuadro 4 se presenta un resumen de los diferentes métodos de mejoramiento genético desarrollados hasta el momento

Cuadro 4. Cuadro comparativo de cruce tradicional de plantas, modificación y edición genéticas

característica	Tradicional	Modificación genética con Agrobacterium	Edición genética con CRISPR-Cas9
Tiempo de obtención	Hasta 10 años o más	Hasta 1 año	Semanas (entre 13 y 17) o meses
Transferencia de características	Tanto las deseables como las que pueden ser indeseables	Únicamente las propiedades requeridas	Únicamente las propiedades requeridas
Naturaleza del producto	No OGM	Puede o no ser OGM	Puede o no ser OGM
Cambio genético	No	Aleatorio	Preciso

Fuente: INCyTU, 2018.

3.4. El mejoramiento genético agrícola del maíz en México

En la actualidad, como lo señalan diferentes autores, la semilla es el insumo más importante para elevar la producción de cualquier cultivo (Espinosa et al. 2009; Turrent Fernández 2009; Ortega

2020), la innovación genética en México ha logrado generar, híbridos de grano blanco que rinden hasta 11.5 toneladas por hectárea, cuando se cuenta con un riego de auxilio, pero en condiciones de buen temporal en los Valles altos rinden entre 7 y 9 toneladas por hectárea, por su parte las variedades amarillas rinden de 7 a 9 toneladas por hectárea en siembras de temporal muy retrasado (Espinosa et al. 2009).

Ocampo Ledesma et al. (2013) señalan que el mejoramiento genético agrícola en México tuvo sus inicios en la década de 1930, con la presencia del Ing. Edmundo Taboada, quien es nombrado jefe de la Oficina de Campos Agrícolas Experimentales (OCAE) y encargado de recuperar y reestructurar los cursos de Introducción a la Genética, Divulgación Agrícola y Experimentación Agrícola, en Escuela Nacional de Agricultura (ENA). Estos mismos autores señalan que es a partir de 1943 que el mejoramiento genético de maíz comenzó a ser institucional y apoyado de manera continua con recursos públicos, los primeros trabajos se iniciaron en áreas de buena productividad en los Valles Altos, El Bajío y El Trópico. Al principio el germoplasma utilizado en el mejoramiento genético fueron variedades criollas, después mezclas de ellas, de líneas o cruas AxB derivadas de aquéllas, y desde poco antes de los ochentas se contaba con poblaciones de amplia base genética, con el paso del tiempo se han liberado variedades mejoradas prácticamente para el total de las regiones y sistemas de producción de maíz del país (Luna Flores y Gutierrez Sánchez, 1998).

En la década de los 40's y 50's, en México, la producción de maíz era en promedio de 1 t/ha, para comienzos de los años 60, los rendimientos de maíz ascendieron a unas 2 t/ha, para el periodo de 1990-1992, la tasa de crecimiento anual fue de 2.4% (López Pereira y García, 1997), y sólo dos años más tarde, en 1994 se alcanzaron las 2.5 ton/ha (Luna y Gutierrez, 1998).

Como nos señala Rodríguez, M. R. y De León C. (2008) el Estado invirtió de forma significativa en la creación de Instituciones en materia de desarrollo agrícola, creando de 1940 a 1950 la Comisión Nacional del maíz, que después se transformaría en la Productora Nacional de Semillas (PRONASE) en 1961, el Servicio de Conservación de suelos, el Servicio de extensión agrícola y el Departamento de semillas. Además de empresas de financiamiento y administración de riesgos (aseguradoras).

En 1961, nos menciona Espinoza et al, (2003), el estado mexicano da paso a la creación de dos instituciones fundamentales en materia de abasto de semilla certificada: el Instituto Nacional de Investigaciones agrícolas (INIA) y la empresa pública Productora Nacional de Semillas (PRONASE) de forma simultánea se expidió la Ley sobre producción, certificación y Comercio de Semillas lo cual dio origen al Sistema Nacional de producción, certificación y Comercio de Semillas (SNICS). El INIA se transforma en 1985 en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales agrícolas y Pecuarias (INIFAP) (Espinoza et al., 2002).

Con la creación de la PRONASE, se convirtió en reproductora de la semilla original de todas las variedades e híbridos liberados por el INIFAP, que pasaba directamente a esta dependencia productora de semillas y partir de 1991 creció la participación de las empresas privadas de semillas, incluyendo el sector social (Espinoza et al., 2003).

Esta alianza, dio cuenta del desarrollo de la investigación en materia de mejoramiento genético del INIFAP, el cual a nivel Nacional ha liberado 168 variedades mejoradas de semilla de maíz en todo el país, de las cuales 85 son híbridos y 83 de polinización libre (Turrent, 2008). Con la desaparición de PRONASE a mediados de 1990, se marcó un parteaguas, en la disponibilidad de semillas mejoradas e híbridas en nuestro país, dando paso a un largo periodo de dependencia de este insumo vital para la agricultura, en manos de grandes transnacionales, que actualmente ejercen dominio en el sector agrícola tanto económico como en materia de innovación (Espinoza et al. 2003).

Por otra parte, a partir de la nueva promulgación de la ley de semillas en 1991, la PRONASE deja de ser la única receptora, casi exclusiva de las variedades mejoradas (dentro de las cuales se incluyen las híbridas) desarrolladas por el INIFAP, con lo cual se inició un proceso paulatino de participación de otras empresas medianas en la producción y comercio de materiales del Instituto. Ya para la década 1970 la participación del sector privado en la venta de semilla de maíz era de aproximadamente 13%, mientras que en 1993 fue de 90%, estimándose que en 2002 se ha incrementado hasta niveles de 96%. (Espinoza et al., 2002).

Con la desaparición de la PRONASE, se tuvo la necesidad de generar e impulsar programas de producción de semilla registrada y de proyectos de investigación ejecutados en el CEVAMEX y CEBAJ del INIFAP en la década de los 90's. Es en este momento cuando la llegada de las semillas

híbridas a Tlaxcala comienza a vislumbrarse y cuya trayectoria analizaremos como objetivo de la presente investigación.

3.5. Empresas semilleras locales y organizaciones de agricultores en la producción de semillas híbridas en Tlaxcala.

En el año de 2005, ante la virtual desaparición de PRONASE en la Cámara de Diputados se propuso su modificación de la Ley de Semillas promulgada en julio de 1991, para que se diera paso a una entidad denominada Promotora Nacional de Semillas Mejoradas y Nativas Mexicanas (PRONASEME), con la intención de fortalecer esquemas de abastecimiento de semillas nativas, mejoradas e híbridas mexicanas, a través de organizaciones de productores, microempresas, empresas formales interesadas en sus materiales, gobiernos estatales, fundaciones y de legaciones. Se buscaba establecer un flujo de salida y aprovechamiento de los resultados de mejoramiento genético, producto de la capacidad técnica instalada del INIFAP y de otras instituciones superiores de enseñanza en agronomía, como la UACH, UAAAN, CP, UNAM, UDG, en cultivos y regiones donde se puede lograr un impacto inmediato para beneficio del país, dado que se cuenta con resultados importantes en el tiempo, en los cultivos de maíz, frijol, avena y trigo para áreas de temporal (Espinosa et al., 2009).

En este sentido y desde su fundación en el año de 1985, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México produce semilla para atender la demanda de los productores de semilla certificada de híbridos de maíz (y desarrolla tecnología para identificar la localidad y el manejo agronómico óptimos para producirla (Turrent Fernández 2009; Virgen Vargas et al. 2010). El INIFAP ha generado maíces mejorados para los quince grandes macroambientes, que consideran grandes regiones agroclimáticas del país (Trópico, Bajío, Altiplano, Transición, Meseta semiárida del norte y Sub-trópico semiárido, así como el uso de riego, humedad residual o bien precipitación pluvial) y las cuatro provincias agronómicas de la tierra de labor (riego, muy buena, buena y mediana productividad) de cada una de ellas (Turrent Fernández, 2009).

En México, desde 1940, destacaron dos grandes corrientes, una de ellas promovía el empleo de híbridos (de cruza doble en su mayoría) y otra el uso de variedades de polinización libre (VPL), con ambos tipos de variedades se trató de cubrir una mayor superficie de recomendación para

facilitar la promoción y uso de semilla mejorada, con las ventajas en producción de semilla de los híbridos de cruza doble. Esta estrategia duró más de 40 años, cuando el uso de cruza trilineales se empezó a generalizar en el INIFAP. En los últimos años el Instituto se ha regionalizado por su potencial productivo, las provincias agronómicas de las tierras que se siembran con maíz en México (Espinoza et al., 2003). Con esta tecnología se han liberado nuevos híbridos y variedades dentro de los cuales se pueden señalar H-40, H-42, H-44, H-50, H-151, H-153, VS-334, HV-321, H-368C, H-469C, H-316, H- 317, H-516, H-442C, H-441C, H-358, H-359, H-360, H-318, H-319, HV-521C y el Híbrido H-48, que se consolidó como la variedad más exitosa en Valles Altos en los 20 años que tiene como variedad vegetal liberada (Turrent Fernández, 2009).

Mediante macro experimentos en los cuales el INIFAP ha evaluado los potenciales productivos de sus materiales genéticos en casi todos los ambientes para la producción de maíz (Turrent Fernández, 2009), de esta forma ha dado respuesta a la generación de semillas adaptadas a las condiciones ambientales específicas y con características agronómicas favorables, entre las que se pueden mencionar: competitivas en rendimiento, tolerancia a enfermedades, resistencia al acame y ciclo vegetativo corto, menor porte de planta y mazorca, ausencia de ahijamiento y mecanizables (Espinoza et al. 2003).

El INIFAP, como nos indica Larqué Saavedra et al., (2017) ha dedicado varios años a transferir sus semillas de maíz. En este proceso se ha involucrado con dos eslabones de esta cadena, el primero, con los productores de semillas a quienes ha capacitado y formado, para que a su vez, ellos vendan las semillas certificadas a los productores de grano y forraje de maíz, quienes conforman el segundo eslabón. Este trabajo de capacitación y transferencia, se ha desarrollado en diferentes estados de la República Mexicana, entre ellos, Tlaxcala. Esta estrategia de consolidación de empresas locales semilleras, además de los beneficios productivos ya mencionados, contribuye a ofrecer semillas de alta calidad y precio accesible para los agricultores (con un rango de precio de venta de \$800 a \$1200/ saco de 60 mil semillas), aunque su participación en el mercado es pequeña, se hace un contrapeso a las grandes empresas transnacionales que dominan el mercado semillero. Mientras estas empresas locales continúen con su actividad, los agricultores estarán en posibilidades de incidir en la generación, reproducción y distribución de las variedades existentes y las que se generaran en un futuro, recibiendo un beneficio directo de los recursos federales destinados al desarrollo de investigaciones en innovación genética.

CAPITULO IV. PRODUCCIÓN DE SEMILLAS HÍBRIDAS DE MAÍZ EN MÉXICO Y TLAXCALA

En este capítulo se hace una revisión del Marco legal, que regula la producción de semillas en México, incluyendo las Leyes, Reglamentos, Programas, Decretos, Acuerdos y Normas oficiales mexicanas (NOM) publicadas en el Diario Oficial de la Federación (DOF); así mismo se da cuenta de los esfuerzos y recursos aplicados por el Gobierno Federal para impulsar la producción de semilla certificada y de la importancia territorial que esta actividad tiene en el estado de Tlaxcala.

4.1. Marco legal

El marco legal vigente que regula la investigación, producción, certificación y distribución de semillas mejoradas e híbridas certificadas en México, fue recientemente modificado en el año 2020, para dar paso a El Programa Nacional de Semillas, que es un programa especial derivado del Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 y que quedó establecido en la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas que tiene por objeto establecer las políticas, objetivos, metas, estrategias y acciones en materia de semillas.

Este programa tiene como principales objetivos, promover y fomentar la investigación científica y tecnológica para mejorar y obtener semillas, así como para conservar y aprovechar las variedades vegetales de uso común y promover esquemas para que los pequeños productores tengan acceso preferente a nuevas y mejores semillas (DOF/28/12/20).

El marco normativo y legal que fundamenta el Programa Nacional de Semillas, es el siguiente:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual en sus artículos 25 y 26 establece que corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional, garantizando que sea integral y sustentable, que vele por el fortalecimiento de la soberanía nacional y su régimen democrático, y que a través del fomento del crecimiento económico y una distribución equitativa del ingreso y la riqueza, se llegue al pleno ejercicio de la libertad y el respeto de las garantías consagradas en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

· *Ley de Planeación*, que establece en sus artículos 1, 9 y 22, respectivamente, las normas y principios básicos conforme a los cuales se llevará a cabo la planeación nacional del desarrollo con perspectiva intercultural y de género y que el Plan Nacional de Desarrollo indicará los programas sectoriales, institucionales, regionales y especiales que deberán ser elaborados, sin perjuicio de aquellos cuya elaboración se encuentren previstas en las leyes.

Ley de Desarrollo Rural Sustentable, esta Ley considera de interés público el desarrollo rural sustentable que incluye la planeación y organización de la producción agropecuaria, su industrialización y comercialización, y de los demás bienes y servicios, y todas aquellas acciones tendientes a la elevación de la calidad de vida de la población rural, se enfatiza el papel del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS). Siendo el objetivo general lograr el desarrollo rural sustentable. (Ley de Desarrollo Rural Sustentable, 2001 DOF. 07/12/2001, México)

- *Ley para Impulsar el Incremento Sostenido de la Productividad y la Competitividad de la Economía Nacional*, que tiene como objeto reglamentar lo dispuesto en los artículos 25 y 26, Apartado A, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, para la promoción permanente de la competitividad, el incremento continuo de la productividad, y la implementación de una política nacional de fomento económico que impulse el desarrollo industrial que incluya vertientes sectoriales y regionales.

- *Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas*, la cual tiene por objeto regular la producción de semillas certificadas, la calificación, comercialización y puesta en circulación de semillas, en cuyo artículo 15 se establece la elaboración del Programa Nacional de Semillas, y su Reglamento;

- *Reglamento de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas*, el cual establece en la fracción III, artículo 28, que la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural establecerá el Programa Nacional de Semillas acorde al Plan Nacional de Desarrollo y de sus programas sectoriales, mismo que quedará a cargo del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas.

- *Ley Federal de Variedades Vegetales*, la cual tiene como objeto fijar las bases y procedimientos para la protección de los derechos de los obtentores de variedades vegetales y su Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación publicado el 25 de septiembre de 1998.

- *Reglamento Interior de la SAGARPA ahora AGRICULTURA*, que establece en su artículo 53 las atribuciones del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas en semillas, variedades vegetales y recursos fitogenéticos.

Por su parte las Reglas de Operación de Programas Gubernamentales que ejecuta el gobierno federal de manera directa o a través de convenios o acuerdos de coordinación con los Gobiernos

de las Entidades Federativas, son un conjunto de disposiciones que precisan la forma de operar un programa, con el propósito de lograr los niveles esperados de eficacia, eficiencia, equidad y transparencia (Lineamientos de Operación del Programa de Desarrollo Rural de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural para el ejercicio fiscal 2019 Acuerdo 2019 DOF 28/02/2019,México).

Los recursos para la instrumentación del Programa serán en apego a los artículos 11, 12, 13 y 18 de la Ley Federal de Producción, Certificación y Comercio de Semillas la Secretaría deberá contar con un Fondo de Apoyos e Incentivos al Sistema Nacional de Semillas para apoyar las prioridades de investigación que se establezcan en el Programa Nacional de Semillas, conforme a los términos de referencia y reglas de operación que establezca la Secretaría. Este Fondo de Apoyos e Incentivos será administrado por la Secretaría y operado por el SNICS, y puede contar con las siguientes fuentes de recursos: i) Aportaciones que efectúen los gobiernos federal, estatales y municipales; ii) Créditos y apoyos de organismos nacionales e internacionales; iii) Aportaciones y donaciones de personas físicas o morales de carácter privado, mixto, nacionales e internacionales, iv) Aportaciones provenientes de los aranceles que se impongan a las semillas importadas; y v). Los demás recursos que obtenga por cualquier otro concepto.

4.2. Producción Nacional de semillas híbridas en México

En México, de acuerdo con la estadística publicada del SIAP, en el año agrícola 2019 se sembraron 21.2 millones de hectáreas, de las cuales se siembran anualmente entre seis y nueve millones de hectáreas de maíz. La superficie agrícola de nuestro país se caracteriza por la gran diversidad de sus regiones productoras. Esta diversidad se presenta por varios factores, que incluyen: clima, suelo, agua, tenencia de la tierra, potencial de producción, acceso a semilla de nuevas variedades, acceso a insumos, acceso a tecnología de producción y asesoramiento, financiamiento, canales de comercialización, acceso a la información, entre otros.

En todas estas regiones productoras, la semilla es el insumo fundamental en todas las cadenas agrícolas. El valor del mercado de semilla en México se estima en 1,000 millones de dólares anuales. Según datos del SNICS (2020), hoy en día existen más de 600 empresas de tipo social y comercial en Programas de producción de semillas híbridas certificadas. La semilla híbrida en categoría certificada requerida por la superficie agrícola del país es de aproximadamente 600 mil

toneladas por año agrícola (SIAP, 2020a). Es relevante señalar que más del 85% de la semilla de maíz y el 100% de la semilla de trigo son producidas en México (DOF/28/12/20).

El sector semillero se compone de diversos tipos de productores de semilla: las empresas transnacionales que producen y comercializan las variedades generadas por ellos mismos; empresas productoras de semillas nacionales medianas con Programas de investigación y desarrollo que producen y comercializan sus propios materiales; empresas productoras de semillas nacionales pequeñas que producen y comercializan semilla para nichos específicos de producción con materiales de instituciones de investigación. Asimismo, existe una red de empresas que no producen semilla; sin embargo, actúan como comercializadoras o distribuidoras de las semillas de otras empresas productoras (DOF/28/12/20).

Con el uso de semilla certificada se ha impactado principalmente en la producción de maíz, aumentando su productividad. En los años cincuenta, el rendimiento medio ascendió desde 800 kg hasta 2,2 t/ha, con una tasa de crecimiento anual de 2.4%, (Sánchez, et al, 1998). El uso de semilla híbrida mejorada, se ha incrementado, sobre todo con la participación de Sinaloa y otras áreas de riego en el país, constituyéndose estas zonas en las principales áreas productoras de maíz en México, con rendimientos elevados de 7 y hasta 12 t/ha, que contrastan con rendimientos de 300 a 500 kg/ha en zonas marginales (Espinoza, et al, 2003).

Sin embargo, diferentes estudios señalan que la producción del sector agrícola a través de semillas mejoradas e híbridas no ha alcanzado su potencial. En muchas zonas del país, principalmente en el sur y sureste, aún se utiliza el grano de la cosecha anterior en sustitución de semilla producida para ese fin, así como el uso de variedades nativas de cada región (Turrent Fernández, 2009).

Para el año 2020, según registros de SNICS (2021), se encontraban funcionando, 2857 empresas o personas físicas dedicadas a la producción de semilla certificada, cumpliendo con diferentes roles en el proceso productivo y de comercialización, de estas empresas o personas físicas 1498 (52.1%) están involucradas en la producción de semilla de maíz. En nuestro país, la investigación para la generación de variedades mejoradas e híbridas incluye a más de 50 especies vegetales, sin embargo, por su importancia económica, destacan el maíz y el trigo (Cuadro 1). La siembra y cosecha de semillas, para beneficio se realiza en dos periodos del año PV (primavera-verano) y OI (otoño-invierno) (SNICS 2020).

En este sentido, la producción de semillas híbridas en México se caracteriza por concentrarse en cultivos y regiones en las que existe un conocimiento por parte de los productores acerca de los beneficios del uso de semilla de variedades mejoradas. Así, el sector semillero del país se concentra en los cultivos de maíz para la región productora de Sinaloa, Jalisco, Tamaulipas (bajo riego), ciertas regiones de Valles Altos y Zonas de Transición; trigo para el noroeste, algunas regiones de El Bajío y del Altiplano; sorgo para Tamaulipas y El Bajío, oleaginosas para las Huastecas; hortalizas y ornamentales bajo agricultura protegida, principalmente con semilla importada; frutales a través de plantas de vivero (SADER-SNICS, 2020).

Cuadro 5. México: producción de semilla ciclos agrícolas PV 2019 / OI 2019-2020.

Características	PV 2019	OI 2019-2020
Categoría	Certificada	Certificada
Organismos Productores	96	145
Cultivos	Arroz, avena, cacahuete, café, chile, cocotero, frijol, haba, maíz, mijo, pasto, soya y triticale	Arroz, avena, café, canola, cártamo, frijol, garbanzo, maíz, sorgo, trigo y triticale.
Número de Variedades	160	99
Producción en toneladas	55,282.00	73,508
Superficie en hectáreas para producción de semilla	16,816.77	16,280.1

Fuente: Elaboración propia, con datos del Boletín informativo de producción de semilla calificada del SNICS 2020.

En cuanto a la producción de semilla de maíz, tenemos que para el ciclo PV-2019 se estimó una producción de 46,682.50 toneladas, que sumada a las 20,240.00 toneladas del OI, da un total de 66,922.5 toneladas que potencialmente puede dar cobertura de semilla de maíz a nivel nacional a casi 3, 041,931.82 hectáreas, del total de esta producción aproximadamente el 86% es producida por grandes compañías transnacionales como Monsanto, Híbridos Pioneer de México y Pioneer México Operations, el resto es producido por empresas de agricultores locales e instituciones de investigación (SNICS, 2020).

De esta forma, la producción de semilla de maíz certificada ha registrado un aumento importante en las últimas décadas, en 1996 sólo 20.3 % de la superficie de maíz se sembraba con variedades mejoradas (Morris M. y López-Pereira, 2000), hoy en día potencialmente se cuenta con semilla certificada de maíz para la siembra de poco más de 3 millones de has, lo que representa un 38% de la superficie nacional sembrada cada año de maíz (SNICS, 2020). Sin embargo, parte de esta producción se comercializa con países que demandan semilla certificada, el destino de las

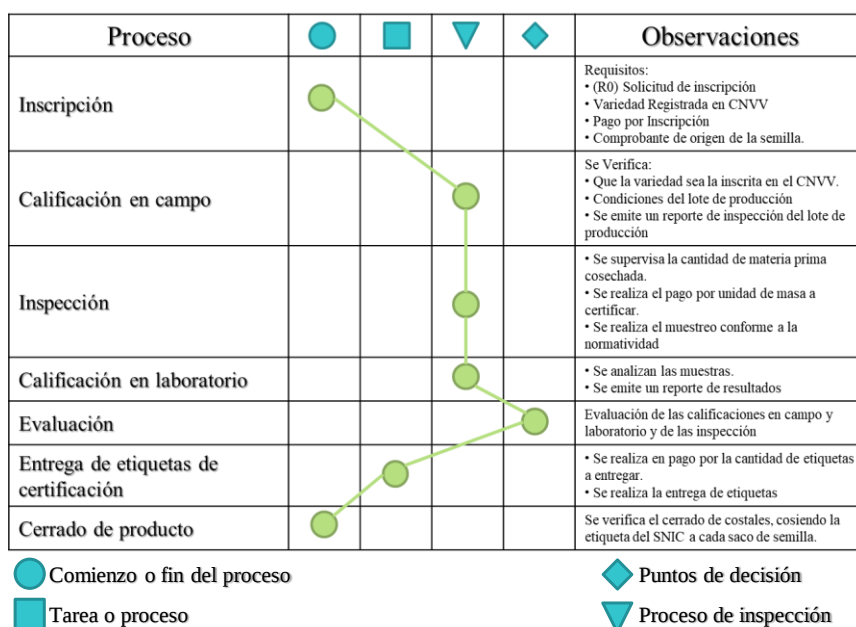
exportaciones de semilla son principalmente Venezuela aproximadamente (54.8 %) Estados Unidos (23.4%) y Guatemala (6.5%) (SNICS, 2020).

El uso de semilla mejorada ha aumentado, su uso se ha concentrado en zonas de producción comercial (Ortega-Paczka, 2003; P. et al. 2009; Mena et al. 2012), de los estados del Noroeste y del Bajío, quienes producen más del 80% del volumen anual de semilla certificada de maíz (SNICS, 2019), entre los estados con mayor consumo de semilla mejorada se encuentren Sinaloa, Sonora, Jalisco y Guanajuato, en los cuales la superficie sembrada con este tipo de semilla es mayor de 70% (Ortega, 2003).

En cuanto a los recursos y apoyos del Gobierno Federal para impulsar la producción de semilla híbrida certificada, se tiene que los recursos que son otorgados por parte del Gobierno Federal al SNICS, se autorizan a través del SINASEM y provienen del Fondo Nacional de Semillas., para su operación se creó una Subcuenta en Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT (Con Número: 1065492), para el año 2019, se dio una aprobación de 20 MDP, por su parte el SNICS genera recursos adicionales, por la realización de servicios a sus clientes (SNICS, 2020).

Estos servicios incluyen: Certificados de calidad por etiquetas (Derechos), Certificación de semillas (Aprovechamientos), Inscripción de programas de producción de semillas (Aprovechamientos), Derechos por refrendo anual del Título de obtentor y organismos de certificación (Derechos), Derechos de Obtentor (Derechos), Inscripción extemporánea de programas de producción (Aprovechamientos), Análisis de la calidad de semillas (Aprovechamiento), Conservación de categorías, por unidad de volumen a conservar (Aprovechamientos) y Otros. De estos servicios, el proceso de certificación de semillas (Figura 2), es el que siguen las empresas productoras de agricultores, incluidas las de Tlaxcala, y mediante el, se asegura la calidad de las semillas producidas.

Figura 2. Proceso de certificación de semillas híbridas del SNICS con empresas semilleras locales



Fuente: elaboración propia con información del SNICS

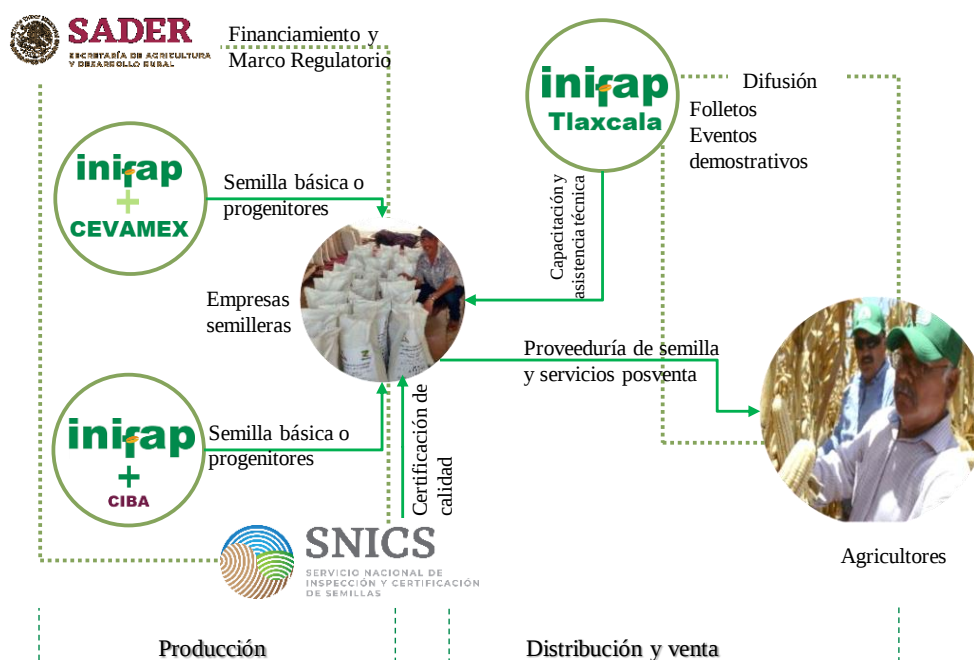
La distribución de los recursos se define en la mecánica operativa para identificación de demandas prioritarias del Sector Semillero en México (SNICS, 2019). Respecto al presupuesto autorizado del programa especial concurrente para el desarrollo rural sustentable 2020 y según datos del Presupuesto publicado en la Gaceta Parlamentaria de la H. Cámara de Diputados el 21 de noviembre del 2019, se contempla un incremento del 67.39%, adicional al ya antes mencionado del Fondo Nacional de semillas. Por lo que el funcionamiento del SNICS, con esta combinación de recursos se encuentra garantizado en el corto plazo, sin embargo el impacto que tienen el organismo a nivel nacional aún es limitado y se requeriría de una mayor inversión para tener mayores alcances.

4.3. Producción de semillas híbridas de maíz en Tlaxcala

La producción de semilla certificada en Tlaxcala, como lo señala Larqué Saavedra et al. (2017), registra sus inicios en 2004, mediante la intervención del campo experimental del CEVAMEX-INIFAP (Estado de México) y el Campo Experimental Tlaxcala. A través de un proceso constante de transferencia de tecnología, se logró la consolidación de tres empresas productoras de semillas

certificadas, que iniciaron operaciones con una hectárea. Este proceso de transferencia y capacitación constante, hizo posible que la compra de progenitores para su reproducción y posterior comercialización como semilla certificada se mantuviera de forma sostenida (Figura 3).

Figura 3. Proceso de innovación de la semilla híbrida H-48 y variedades del INIFAP en Tlaxcala

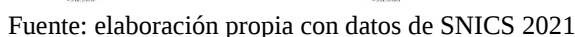


Fuente: elaboración propia, con datos de campo.

En su último reporte, el Directorio de Productores, obtentores y comercializadores de semillas híbridas del SNICS reporta que el estado de Tlaxcala cuenta con 34 empresas y personas físicas que participan en el proceso de producción y comercialización de semillas de acuerdo a con esta misma organización estas empresas se encuentran distribuidas en 18 municipios de estado, los Municipios de Nanacamilpa, Ixtacuixtla y Tlaxcala concentran el 44.11% de las empresas (SNICS, 2021) (Figura 4).

Las actividades que pueden realizar estas empresas deben estar registradas ante el SNICS, en Tlaxcala se tienen registradas 49 empresas vinculadas directamente con las semillas híbridas (Figura 4), con diferentes roles, a saber: almacenador (5), distribuidor (3), productor (32) y

Figura 4. Concentración de empresas productoras de semillas híbridas en Tlaxcala



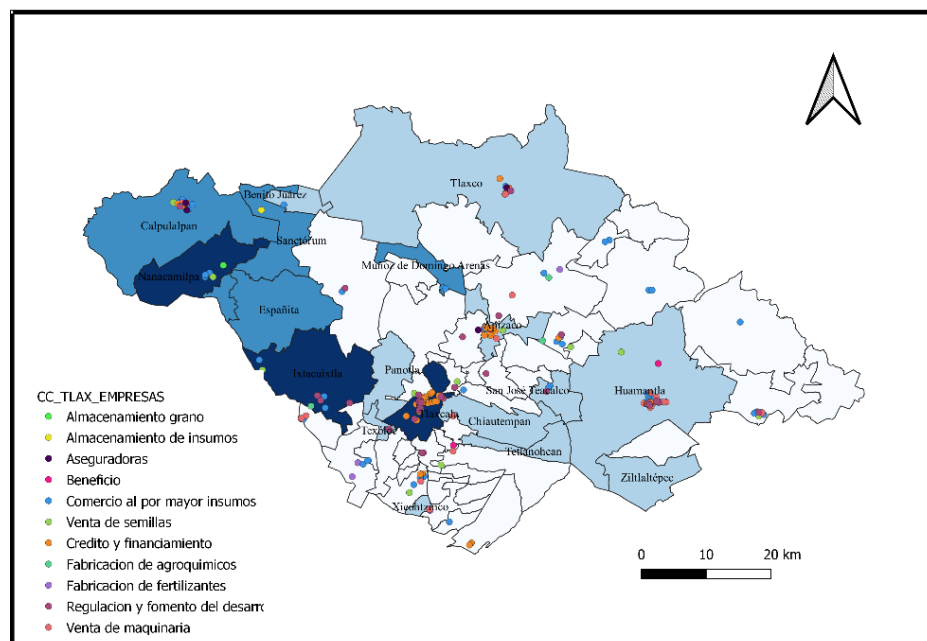
Para el caso de la semilla de maíz producida en el estado, el SNICS (2021), en su último reporte indica que el estado de Tlaxcala produce 3,674 toneladas de semilla de maíz certificada anualmente por el SNICS. En otro estudio realizado por García-Salazar & Ramírez-Jaspeado (2014) indica que en el estado de Tlaxcala se consume un total de 2,319 toneladas de semilla de maíz por año, de las cuales 926 toneladas son semillas híbridas certificadas y 1393 toneladas son semillas criollas. Se producen en total un promedio anual de 721 toneladas de semillas de maíz, lo que genera un saldo negativo de 2,247 toneladas de esta semilla.

4.4. Importancia de la producción de semillas en el territorio de Tlaxcala

Desde la consolidación de las primeras empresas locales productoras de semilla certificada en el Estado de Tlaxcala en 2004, el panorama agrícola del estado se ha modificado. En la década de 1990, los agricultores del estado de Tlaxcala basaban el sistema de producción en el uso de materiales criollos, con un bajo nivel de inversión en equipamiento sofisticado, pues se era común la tracción animal y un bajo uso de insumos externos (fertilizantes químicos, herbicidas, etc.). Tras un esfuerzo de organizaciones públicas y empresa privadas por acelerar la inserción de las semillas híbridas en los sistemas de producción de maíz en Tlaxcala, las empresas semilleras locales y las transnacionales lograron aperturar y consolidar un mercado de semillas híbridas en el estado, y desde inicios de la década de 2000, los sistemas de producción de maíz han transitado a incluir dentro de sus procesos no solo semillas híbridas sino también maquinaria y equipos especializados (aspersión, roturadores de suelo, etc.), uso de agroquímicos y fertilizantes químicos y a demandar servicios como el financiamiento y aseguramiento agrícola.

Este cambio, ha propiciado la llegada y crecimiento de empresas e instituciones orientadas a atender las necesidades de insumos y servicios para la producción agrícola, su distribución en el territorio, parece responder a la cercanía a los principales municipios productores de granos básicos del estado, como los son Calpulalpan, Tlaxco y Huamantla (SIAP, 2020b) (Figura 5).

Figura 5. Ubicación de empresas proveedoras de insumos y servicios, orientadas a la atención de la producción agrícola del estado de Tlaxcala



Fuente: Elaboración propia, con información de la DENUE-INEGI-2019

Por otra parte, a partir de los datos colectados en la presente investigación, es posible afirmar que las empresas semilleras locales, son fuente de ingresos y de trabajo a pesar de su modesta participación en el mercado de semillas, que no supera el cinco por ciento de la oferta. Al ser una actividad especializada, demanda en promedio 120 jornales por hectárea, cantidad muy superior a la que se ocupa para la producción de grano, que en el mejor de los casos requiere ocho jornales por hectárea. Se estima que las empresas semilleras locales generan poco más de 100 empleos directos, alrededor de dos mil empleos temporales y una aportación al PIB estatal de casi 2.5 millones de pesos.

A pesar de su modesta participación en la proveeduría de semilla al interior del estado, las empresas semilleras locales, representan un contrapeso a las grandes empresas transnacionales que dominan el mercado, pues ofertan semillas de buena calidad, adaptadas a las condiciones locales, con atributos desarrollados con base a la retroalimentación de los usuarios y un costo que en promedio es hasta 50 % menor que los híbridos de grandes empresas transnacionales.

CAPITULO V. EL PROCESO DE INNOVACIÓN DE LA SEMILLA HÍBRIDA H-48 EN TLAXCALA

En este capítulo se presentan los resultados de la síntesis y análisis de las entrevistas hechas a los diferentes actores que estuvieron involucrados en el proceso de innovación y la red técnica de la producción de semilla híbrida de maíz en el estado de Tlaxcala, se presenta la caracterización y delimitación de las fases de este proceso.

Mediante el análisis de la trayectoria tecnológica del híbrido H-48, se logró identificar a los diferentes actores, sus roles y el flujo de recursos tangibles e intangibles. Se identificaron los atributos económicos, técnicos y productivos de las unidades de producción y de los agricultores que adoptan esta semilla. Se logró analizar los atributos de la semilla que facilitan o frenan el uso de esta semilla híbrida y mediante la clasificación de los agricultores se logró delinear una serie de recomendaciones que puedan contribuir a dinamizar y mejorar la interacción y flujo de recursos tangibles e intangibles en la red técnica de maíces híbridos de Tlaxcala.

5.1. Trayectoria tecnológica

La investigación permitió conocer los eventos tecnológicos, económicos y sociales que tuvieron lugar en la trayectoria tecnológica de la semilla H-48 y de los diferentes actores involucrados, que se desarrollaron en Tlaxcala. Para su estudio se utilizó la metodología descrita en el Anexo A.

Previamente a presentar la Trayectoria tecnológica Finalmente, mencionamos en orden cronológico, los sucesos, económicos, tecnológicos, políticos y económicos destacados en México que enmarcan la Trayectoria tecnológica de la semilla híbrida H-48, pero que son referente de toda semilla de esta categoría:

- 1853 la investigación agrícola formal en México se inició con la creación del Colegio Nacional de Agricultura (ENA) (hoy Universidad Autónoma Chapingo)
- 1919 la ENA reinicia actividades (después de la Revolución Mexicana) y en el país se impulsan programas de fomento agrícola, en los que el reparto de tierras era prioritario. Se establecieron también los programas denominados de propaganda agrícola, así como las primeras estaciones agrícolas experimentales ubicadas en Yucatán, Tabasco, San Luis Potosí, Chihuahua, y la estación central en San Jacinto.

- 1933 los campos agrícolas se agruparon en el Departamento de Campos Experimentales (DCE) dependiente de la Dirección General de Agricultura. Se decidió iniciar programas de mejoramiento genético
- 1940-1946 Se identifica la primera escuela de genetistas de México, encabezada por el Dr. Edmundo Taboada.
- 1943 Se establece la Oficina de Estudios Especiales (OEE) con financiamiento de la Fundación Rockefeller, que impulsa el modelo “land-grant-system”
- 1946. El DCE evoluciona a Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) Las primeras especies en que se hizo investigación fueron maíz, trigo y frijol
- 1947 Se liberan las primeras variedades mejoradas de maíz, en 1948 las de trigo y en 1949 las de frijol.
- 1950 Se Liberan por parte las primeras variedades estabilizadas de maíz, generadas en los campos experimentales. Por su parte la OEE y el IIA habían liberado 23 variedades de maíz, 10 de trigo y tres de frijol.
- 1947 Creación de la Comisión del Maíz, con el propósito de multiplicar, promover y fomentar el uso de semilla mejorada de esta especie.
- 1949, dado su crecimiento, se le reconoce como Comisión Nacional del Maíz
- 1954 surgió el Departamento de Semillas de la Dirección de Agricultura.
- 1958 se creó el Comité para la Producción y Distribución de Semillas Mejoradas.
- 1959 se logró la autosuficiencia en grano de maíz, frijol y trigo en México.
- 1961 Se publica la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas (LPCCS) se establecía que el mejoramiento genético de plantas correspondía al INIA y que las semillas originales generadas se entregarían a la PRONASE para su aprovechamiento en los programas de producción de semillas en escala comercial.
- 1961. Con base en consideraciones de orden técnico, económico, político y social se fusionaron la OEE y el IIA para dar origen al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).
- 1961 La Comisión Nacional del Maíz se convierte en la Productora Nacional de Semillas (PRONASE. Y conforme a lo dispuesto por la LPCCS, se creó el Sistema Nacional de

Producción, Certificación y Comercio de Semillas, integrado por el INIA, el Comité Calificador de Variedades de Plantas (CCVP), el Registro Nacional de Variedades de Plantas (RNVP), la PRONASE y el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), responsable de vigilar los aspectos concernientes a la certificación y comercio de semillas

- 1966 Establecimiento oficial del CIMMYT en México
- 1968 se crea la Asociación Mexicana de Semilleros, A. C. (AMSAC) uno de cuyos objetivos fue conseguir autorización para que sus asociados realizaran investigación, y obtuvieron el primero de ellos en 1976.
- 1983 se autorizó la venta de semilla de variedades mejoradas de maíz producto de la investigación privada en algunas áreas de México
- 1982 INIFAP libera los primeros híbridos simples H-422 y H-421
- 1985 Pioneer encabeza la lista de las empresas productoras de semillas y superaba en 39 % el volumen de ventas de la segunda empresa en importancia.
- 1985 el INIA se convierte en el INIFAP
- 1990-Estados Unidos impulsa la “Iniciativa para las Américas”. La IPA se plantea como una estrategia a largo plazo por parte de EE.UU. con el objeto de estructurar una relación con los países de América Latina y el Caribe sobre bases que privilegien los factores económicos - deuda, comercio e inversión - por encima de las consideraciones estratégicas e ideológicas que prevalecieron durante el período de la guerra fría. La predominancia Estadounidense se redefine sobre una base diferente: la economía y el comercio a escala hemisférica.
- 1991 Para adecuarse a las políticas de la globalización comercial, el gobierno de México hizo una serie de cambios en la legislación, se promulgó una nueva Ley de Semillas que permitió la participación sin restricciones al sector privado en la investigación agrícola, particularmente en la producción y comercialización de semillas
- 1991 Ante la apertura por el TLC (Tratado de Libre Comercio de Norte América), se modifica la LPCCS, donde se quita a PRONASE la exclusividad de reproducción de semillas

- 1994 Entra en vigor el TLC
- 1996. Con esta Ley y la Ley Federal de Variedades Vegetales de, se permitió la participación de la iniciativa privada. La entrada masiva de la iniciativa privada en la industria de semillas, constituida principalmente por empresas transnacionales, no garantizó elevar la producción de semilla certificada como se hubiera esperado. Empieza un proceso de fusiones de transnacionales en busca del dominio del mercado semillero Novartis, nace de la fusión de Sandoz y Ciba Geigy, ambas suizas
- 1997 México ingresa a la Unión para Protección de vegetales obtentores (UPOV)
- 1997-1998 Monsanto comenzaba su larga trayectoria de fusiones y adquisiciones, pues desde fines de los ochenta y durante los noventa adquirió numerosas compañías involucradas en la producción de semillas y en biotecnología, entre las que destacan Dekalb en 1997 y Asgrow 1998
- 1999 Novartis se fusionó en diciembre de este año con Astra Zeneca, anglo-sueca, para formar Syngenta.
- 1999 se libera el nuevo híbrido H-48 por parte del INIFAP
- 2000-2001 Se realizan las primeras evaluaciones del Híbrido H-48 en Valles Altos, Tlaxcala destaca con un rendimiento promedio de 8.3 t/ha.
- 2004 Desaparición de la PRONASE
- 2005 Pioneer perdió su título de la compañía semillera más grande del mundo, Monsanto adquirió Seminis (la productora mundial de semillas de hortalizas y frutas) y se convirtió en la compañía de semillas con mayor volumen de ventas del mundo.
- 2010 Monsanto y Pioneer, producen el 95% de la semilla híbrida de maíz utilizada en México
- 2011 Se inicia el programa de intensificación de la agricultura MasAgro, que surge de la colaboración de la colaboración del CIMMYT y el Gobierno Federal
- 2005-2018: período de intenso crecimiento de las ESL en Tlaxcala crece en el número de empresas y superficie sembrada para la producción de semillas (pasa de 1 ha y tres empresas en 2005) con 46 empresas y 534 has de producción.

- 2018-2020 Con la decisión de reducir el presupuesto a los programas de INIFAP y de interrumpir la siembra de líneas y progenitores en los campos experimentales. En Tlaxcala se interrumpe la continuidad del trabajo de las ESL, en 2019 prácticamente se paralizó la producción y para el 2020, según el último reporte de SADER, sólo logran establecer cultivo 13 empresas, con una siembra de apenas 97 has

En este contexto, se describen a continuación, las etapas que constituyen la trayectoria tecnológica de la semilla híbrida H-48:

5.1.1. Etapa de Investigación institucionalizada. El Instituto Nacional de Investigaciones agrícolas (1963-1985)

Para examinar el desarrollo de la red socio-técnica se siguió a los actores a través de los sucesos que dieron como consecuencia el desenvolvimiento de la semilla híbrida H-48, en el Anexo 2 de esta investigación se detallan las funciones normativas, roles e interacciones de los actores involucrados. En el primer periodo de análisis destacan cuatro actores importantes que a continuación se describen:

INIA (hoy INIFAP): se creó en 1961, de forma paralela a la PRONASE, con base en consideraciones de orden técnico, económico, político y social, el Gobierno de México fusionó la OEE (Oficina de Estudios Especiales, de origen estadounidense) y el IIA (Instituto de Investigaciones Agrícolas, dirigida por investigadores nacionales) para dar origen al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA).

PRONASE: empresa pública denominada Productora Nacional de Semillas, su función principal fue ser única receptora de las variedades mejoradas desarrolladas por el INIA (hoy INIFAP), para reproducir y abastecer el mercado Nacional de semillas. Sufrió serios problemas estructurales a principios de la década de 1980, con ello se inició la rápida participación de otras empresas del sector privado y para 2004 se anuncia su inminente desaparición.

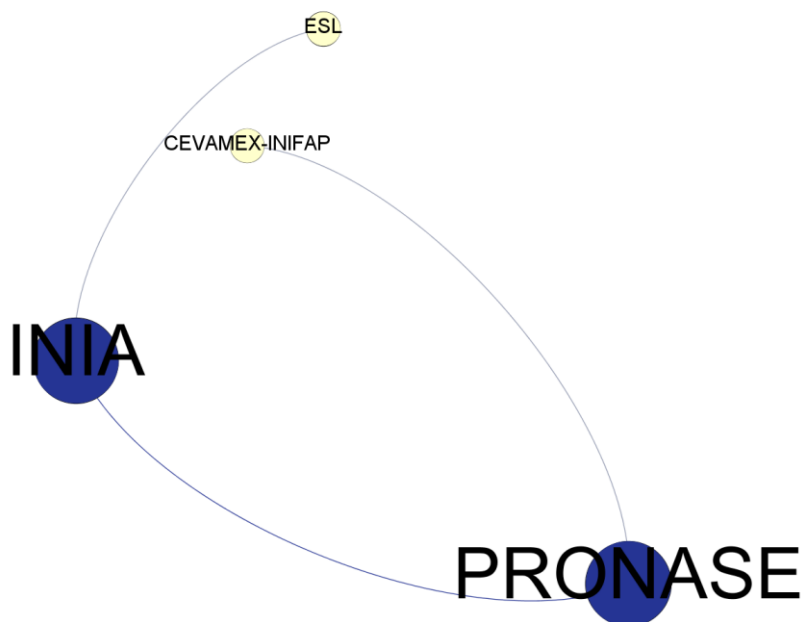
CEVAMEX-INIFAP: Centro de investigación del INIFAP, que inició sus actividades desde 1944, en ese entonces se llamaba Campo Experimental “El Horno”, hoy CEVAMEX. Su actividad principal es la investigación en mejoramiento genético de trigo y posteriormente se involucró en la producción de semilla híbrida de maíz. Las primeras variedades mexicanas se liberaron en 1945 y

hasta la fecha es referente por su participación en la cadena de producción de semillas híbridas en Valles Altos.

Empresas semilleras locales (ESL): empresas ubicadas en el territorio del estado de Tlaxcala, que con recursos propios y alineados a la Norma Nacional de producción de semillas del SNICS, participan en la reproducción, producción y comercialización de semillas híbridas certificadas en el estado de Tlaxcala.

Durante los 43 años de operación de la Productora Nacional de Semillas (PRONASE), algunas de las variedades híbridas generadas en el CEVAMEX-INIFAP, se llegaron a reproducir en Tlaxcala, esto gracias a la cercanía geográfica y condiciones climáticas similares a las de los sitios experimentales en donde se generaron. La PRONASE a través de investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) (hoy INIFAP), capacitaba a productores del estado de Tlaxcala (Figura 6) para que reprodujeran las semillas H-30, H-33 y H-34, sin embargo, la prioridad en la distribución de los híbridos, en esa época, era abastecer de semilla a el Bajío, principalmente de Guanajuato y Valles Altos, para riego y buen temporal, por lo que en muy baja cantidad, se llegó a comercializar semilla híbrida al interior del estado, pero no existía una demanda consolidada de este insumo.

Figura 6. Actores involucrados y sus interacciones en la primera fase de la trayectoria tecnológica del H-48



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo.

En este sentido, en la mayor parte del territorio de Tlaxcala dominaban los sistemas de producción de agricultura familiar, basada en la producción de maíces criollos blancos y de color, con un nivel bajo de tecnificación y mínimo o nulo uso de agroquímicos, además la producción que se obtenía era básicamente para el consumo local.

A pesar de que desde la década de los 60's el gobierno mexicano se interesó en implementar una serie de instrumentos de política pública que impulsaba la intensificación del uso de semillas híbridas, maquinaria e insumos, que dio paso a la llamada revolución verde, los agricultores tlaxcaltecas se mantuvieron al margen de este proceso de modernización, sea por decisión del gobierno estatal o de los propios agricultores Tlaxcala. Fue hasta la década del 2000, que los criterios de modernización agrícola, que en otras partes del país ya estaban consolidándose, como fue el caso del Bajío, comenzaron a formar parte de las estrategias de desarrollo agrícola del estado. Esta transición tardía a la llamada modernidad de la agricultura se debió a varios factores se conjuntaron para que esto sucediera, entre ellos se menciona la falta de política pública de apoyo al campo de Tlaxcala, el arraigo de los agricultores por mantener sus sistemas de producción basados en semillas criollas (mismo que aún persiste) y la variedad de condiciones agroecológicas,

que incluye lomeríos, terrazas, bordos con cubierta vegetal (árboles y agaves), y obras de conservación de suelo y agua, que dificultaban la realización de la agricultura comercial o extensiva.

5.1.2. El libre comercio de semillas y la respuesta del INIFAP (1985-2005)

En este segundo período se destacan siete actores, que se integran de forma más activa en estructura de la red, a continuación se describen:

Fundación Produce: en la década de los 80's el Gobierno Federal Mexicano, se propuso generar condiciones dentro de un marco legal, normativo y operativo, que mejorara la relación entre investigación-transferencia-adopción. Para lograrlo se crearon políticas públicas que impulsaron el reconocimiento de cadenas productivas, sistemas producto por cultivo y Fundaciones Produce por entidad federativa. Las fundaciones tienen entre otras de sus facultades, financiar las actividades de transferencia de tecnología que producen las instituciones de investigación.

INIFAP: en 1985, el INIA se convierte en el INIFAP, su principal función es desarrollar tecnologías de productos y de proceso y conocimientos aplicables al subsector correspondiente. Responde a un mandato nacional de dar atención al sector agropecuario a través de la generación de conocimientos científicos y de la innovación tecnológica agropecuaria y forestal como respuesta a las demandas y necesidades de las cadenas agroindustriales y de los diferentes tipo de productores, contribuir al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano

SAGARPA: Dependencia Federal, cuya fundación data de 1842, llamada en un inicio Dirección General de Industria, y ha cambiado de denominación a lo largo de sus 179 años de trayectoria. Durante el período del 2000 al 2018, fue llamada Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (hoy SADER). Su principal atribución legal es la de: planear, fomentar, y asesorar técnicamente la producción agrícola, ganadera, avícola, apícola y forestal en todos sus aspectos.

CIMMYT: El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo es una organización internacional de investigación científica en el sector agrícola, especializada en el desarrollo de variedades mejoradas de maíz y de trigo. Su instalación oficial en México se da en el año de 1966.

SNICS: órgano desconcentrado de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, encargado de normar y vigilar el cumplimiento de las disposiciones legales en materia de semillas y variedades vegetales. En coordinación con diversos organismos públicos y privados, instituciones de investigación y agricultores, contribuyen a salvaguardar y aumentar la producción y calidad de los productos agrícolas desde su origen: la semilla.

Agricultores líderes: agricultores reconocidos localmente por su éxito productivo y su influencia en las decisiones productivas de sus iguales.

Empresas semilleras Nacionales (ESN): son empresas mexicanas de cobertura nacional, que producen, certifican y comercializan semillas mejoradas e híbridas. Destaca por su participación en el mercado la empresa ASPROS.

En este período, para 1985, el INIA se transforma y se convierte en el INIFAP, desde su fundación contó con 30 sitios experimentales, que incluye el de Tlaxcala. En este mismo año, el personal adscrito al Sitio Experimental Tlaxcala del INIFAP, inicia un proceso de trabajo con los agricultores, para capacitarlos en diferentes áreas. Dos de los proyectos de transferencia de tecnología que el INIFAP operaba en esos momentos eran: a) la difusión y adopción del sistema de producción con labranza mínima y b) el uso de maquinaria agrícola para la siembra y cosecha de maíz. Para ello, involucró en los procesos de difusión a agricultores líderes, cuyo reconocimiento local se explicaba por su éxito en la producción agrícola. Los resultados de estas innovaciones resultaron muy atractivos para estos agricultores, por lo que fueron los primeros en adaptar estas nuevas técnicas y maquinaria. Rogers (2003), denominó a este tipo de actores como adoptantes tempranos; este tipo de actores son clave para los procesos de innovación porque son los primeros dispuestos a asumir riesgos, generan un contacto más estrecho con los investigadores, son participativos y sociables, al ser líderes de opinión entre sus iguales, sus logros o éxitos son rápidamente imitados.

Ya para 1994, entra en vigor el Tratado de libre comercio de América del Norte (TLC), el acuerdo comercial entre Estados Unidos, Canadá y México que permitía el flujo de productos y servicios entre los tres países libre de aranceles. Durante el periodo de protección a productos estratégicos, el gobierno de México implementó una serie de instrumentos de política pública encaminados a mejorar la posición competitiva de las empresas agropecuarias, favoreciendo la transición de los sistemas de producción tradicionales hacia sistemas de producción altamente mecanizados, con uso

intensivo de agroquímicos y semillas mejoradas. La apertura comercial, favoreció el fortalecimiento de las empresas en la búsqueda de la competitividad.

La agricultura tlaxcalteca no fue ajena a este proceso, que favoreció la aparición de nuevos actores y la exclusión de otros. De forma tardía y lentamente se inicia una transición de la agricultura tradicional, caracterizada por su bajo nivel de mecanización, uso de semillas criollas y basada en conocimiento empírico hacia sistemas de producción convencionales, que basan su producción en la mecanización de los procesos y el uso de semillas híbridas, que son factores que se señalan como importantes para transitar a sistemas de producción competitivos, este proceso reconfiguraría el territorio de Tlaxcala y procesos sociales.

De forma paralela a estos sucesos, durante la década de los 90's, mediante la colaboración del CIMMYT y el INIFAP se realiza la investigación y desarrollo de la variedad H-48, misma que se libera como variedad protegida en el año de 1999, lo que autoriza su reproducción y comercialización en la región agroecológica de Valles Altos.

A nivel nacional, a finales de la década de los 90's, la participación del Gobierno y sus empresas, se reduce considerablemente, una de ellas la PRONASE, la principal reproductora de las semillas a nivel nacional anuncia su inminente cierre en los primeros años del 2000. El INIFAP se prepara para un período de cambio y responder al mandato Nacional que lo fundamenta, en los primeros años del 2000, asume la tarea de apoyar el fortalecimiento de empresas locales dedicadas a la producción de semillas mejoradas, a través de dos acciones: a) capacitar de productores organizados, y b) desarrollar y fortalecer la transferencia de tecnología para la producción de semillas de maíz, con la finalidad de asegurar abasto de variedades mejoradas a agricultores.

En este sentido, en Tlaxcala a inicios del año 2000, el INIFAP en conjunto con la Fundación Produce Tlaxcala inician una serie de acciones que buscaban acelerar el proceso de transferencia de tecnología y atención a medianos y pequeños agricultores del estado. Destaca la adquisición de sembradoras multipropósito (siembra-fertilización y aplicación de insecticida), sembradoras de doble hilera y aspersoras montadas en el tractor. Con esta maquinaria se comienza un proceso de difusión de las ventajas económicas y agronómicas de este tipo de maquinaria en las parcelas de los agricultores líderes, bajo la modalidad “escuelas de campo”, es importante señalar, que la semilla del H-48, fue una de las primeras variedades de semillas híbridas usadas para las siembras en estas escuelas de campo, sus características favorables como su porte, rusticidad, homogeneidad

visual e índice de cuateo (capacidad de producir dos mazorcas por planta), la volvieron rápidamente de interés para los agricultores, quienes solicitaban semilla de esta variedad para comenzar a sembrarla en sus terrenos.

Este modelo de transferencia de tecnología permitió crear puntos de encuentro, en interactuaban agricultores, asesores técnicos, investigadores y proveedores con fines de capacitación y transferirles tecnología, además de mostrar las ventajas de alguna o algunas innovaciones implementadas en la parcela del agricultor líder. En estas escuelas de campo, también se realizaban eventos demostrativos, con los que se llegaba a un mayor número de agricultores, con la finalidad de aumentar el número de agricultores que adquirieran estas máquinas e innovaran en sus parcelas, este tipo de agricultores es lo que Roger (2003), llamó innovadores iniciales o tempranos.

Estas innovaciones, que en un principio se basaron en la introducción de nuevas máquinas, requirieron de incorporar y aplicar nuevos conocimientos, para calibrar, usar y darle mantenimiento a la maquinaria, se hicieron necesarias co-innovaciones que contribuyeran a incrementar el impacto de la primera en el rendimiento y rentabilidad. En este momento se introducen innovaciones como el análisis de suelo, el uso de fertilizantes químicos granulados y foliares, el uso de insecticidas, equipos de siembra de precisión. Estos últimos equipos requerían una serie de conocimientos e insumos altamente especializados para que funcionaran de manera correcta, ya que era necesario calibrarlos y usar semillas de tamaño y forma específicos, libres de materiales extraños, con un tratamiento químico que las protegiera de plagas y enfermedades, y un mejor potencial productivo, es decir se requerían semilla híbridas. Estas semillas son muy diferentes a las usadas hasta ese momento en el territorio tlaxcalteca, que eran semillas criollas.

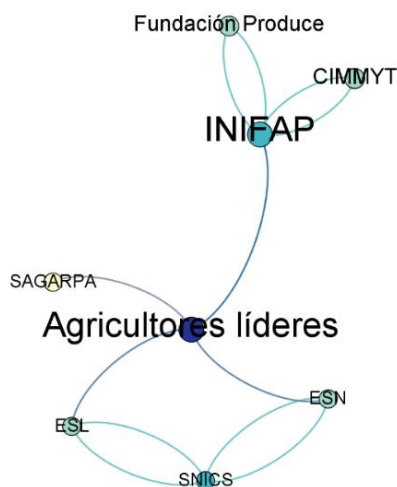
En esta época aún la mayoría de los agricultores de Tlaxcala, mantienen sus sistemas tradicionales de producción, muchas tecnologías “campesinas” se mantuvieron vigentes, como las obras de conservación de suelo y agua, los cultivos intercalados y la selección de semillas criollas. Sin embargo, los esfuerzos institucionales y la participación de los adoptantes tempranos, comienzan a generar una demanda inicial de semillas híbridas por parte de adoptantes seguidores, que han presenciado el éxito de la innovación, la semilla H-48, su excelente presentación y adaptación a las condiciones climáticas locales, así como los altos rendimientos registrados en las parcelas escuela, que reportaron rendimientos promedio en temporal de 6 y hasta 8 ton/ha, más del doble del promedio de producción de las semillas criollas en las mismas condiciones agroecológicas.

Derivado de las reformas estructurales y la entrada en vigor del TLC, el mercado de semillas mejoradas en México y Tlaxcala se abre a la participación de la iniciativa privada, misma que desde entonces ha ido en incremento. En la primera década del 2000, compiten en el mercado de Tlaxcala empresas transnacionales como Asgrow con las semillas Halcón, Gavilán, Cóndor y Búho y Z-60, la empresa mexicana Aspros con las semillas AS-721, AS-820, AS-600 y Semillas Texcoco con PROMESA. El INIFAP tiene en el mercado las semillas H-28, H-30, H-33, H-34, VS-22, V-23. Es este el momento, se instalan y crean empresas proveedoras de semillas híbridas, de maquinaria, insumos y servicios especializados que atiendan a este nuevo tipo de agricultores que recién se están formando en el estado.

La SAGARPA, el SNICS, la Fundación Produce Tlaxcala y el INIFAP, coinciden en su intereses por mejorar la productividad de los sistemas locales producción de maíz e impulsan acciones y dirigen recursos a este fin, inician en 2004 el programa “Producción de Semilla Certificada para el estado de Tlaxcala”, lo que representó la participación institucional decisiva y conjunta por difundir y favorecer la adopción de las semillas híbridas, específicamente las generadas por el INIFAP. El responsable de la transferencia de tecnología y capacitación fue el INIFAP, el principal objetivo era formar empresas productoras de semillas mejoradas del INIFAP, bajo la norma Nacional de producción de semillas híbridas del SNICS y que además las comercializaran al interior del territorio del estado, cosa que no había sucedido con las anteriores semillas generadas para Valles Altos por parte del INIFAP. En 2005 inicia formalmente la transferencia de tecnología de la producción de semilla híbrida a empresas locales por parte de INIFAP, en Tlaxcala participan: EIICA, Agricultura Sustentable 2000 Muñoz y ESNAVIG S. P. R. de RL.

En la Figura 7 se presentan a los diferentes actores y sus interacciones durante la segunda fase de la trayectoria tecnológica del H-48

Figura 7. Actores involucrados y sus interacciones en la segunda fase de la trayectoria tecnológica del H-48.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo.

Un año después en 2005, se consolidan las tres primeras empresas locales de producción de semillas híbridas en el estado, las tres empresas siembran solamente 1 hectárea, para producir el primer lote de producción de semilla de la variedad H-48, en los Municipios de Ixtacuixtla y Muñoz de Domingo Arenas. Para esta consolidación, se desarrollaron otro tipo de innovaciones, ya no de carácter tecnológico, sino organizacionales, empresariales y administrativas y de mercado, que permitieron a estas empresas familiares transitar a ser empresas legalmente constituidas para desarrollar nuevos roles y relaciones en el proceso de innovación.

Un factor importante que contribuyó a la adopción de la variedad H-48 fueron sus características agronómicas, como su excelente potencial productivo, resistencia a plagas y enfermedades, porte intermedio, resistencia al acame, alto porcentaje de cuateo y rusticidad, le permiten adaptarse a casi todas las condiciones agroclimáticas del estado y logra insertarse exitosamente en los sistemas de producción locales.

5.1.3. Época de auge y crecimiento (2006-2015)

En este período, se interesan un mayor número de actores a la red, dentro de los que destacan los siguientes:

Universidad Autónoma Chapingo (UACH): institución pública de educación media superior y superior. Fue fundada en 1854 y desde entonces se encarga de la enseñanza e investigación en

ciencias agronómicas. En lo que respecta al estudio de la agricultura protegida lleva cuando menos 30 años de investigación en el área, durante los cuales ha desarrollado importantes avances científico-tecnológicos.

Fideicomisos instituidos en relación a la agricultura FIRA: Institución creada en 1954, dedicada a apoyar el desarrollo de los sectores rural, agropecuario, forestal y pesquero del país a través de intermediarios financieros y empresas especializadas, otorgamos crédito, garantías, capacitación, asistencia técnica y transferencia de tecnología para que productores y empresas rurales. Opera cuatro fideicomisos públicos que tienen el carácter de entidades de la Administración Pública Federal, en los que funge como fideicomitente la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y como fiduciario el Banco de México.

Centro de Investigación Bajío (CIBA): se trata de un centro de investigación del INIFAP, reconocido por su trabajo en la generación de materiales híbridos, ubicada en el Bajío, en el estado de Guanajuato y que colabora estrechamente con el CEVAMEX para la producción de progenitores que son comercializados con las ESL de Valles Altos, incluyendo Tlaxcala.

Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA): Dependencia estatal encargada de planear, organizar, supervisar, ejecutar, dirigir y controlar las acciones para el fomento agropecuario, a fin de elevar la producción y productividad en el Estado de Tlaxcala, mediante programas de corto, mediano y largo plazo Contribuir al desarrollo del sector agropecuario y acuícola en el estado, a través de la capacitación, asesoría técnica e incentivos productivos, que generen mejores ingresos, coadyuvando a mejorar su nivel y calidad de vida.

Agricultores: personas dedicadas a la producción de diversos cultivos, pero principalmente de maíz, en cualquiera de sus modalidades productivas.

En este período, en el marco del libre comercio y la política de mejorar la competitividad de las empresas implementadas por el Gobierno Mexicano partir de la entrada en vigor del TLC y otros tratados comerciales, se favorece la transición de la agricultura tradicional a una basada en el uso intensivo de maquinaria, insumos y semillas mejoradas. Los actores involucrados toman un papel más activo y sus intereses confluyen en lograr la adopción de innovaciones ya antes mencionadas, como fundamentales para el incremento de la productividad, entre ellas destaca el uso de semillas híbridas de maíz. Sin embargo, también las innovaciones institucionales que se desarrollan,

favorecen la asignación de recursos a agricultores con perfil innovador, como consecuencia la participación del pequeño agricultor, que siembra menos de 5 has, con bajo uso de maquinaria e insumos y que dedica la mayor parte de su producción al autoconsumo, se vuelve marginal y se desestima la importancia de su contribución a la alimentación de la población y conservación de la riqueza genética vegetal.

En el año 2007, la SAGARPA implementa en Tlaxcala el primer programa estatal que fomento el uso de semillas híbridas, que subsidiaba la adquisición de insumos y semillas requeridas en el sistema de producción de labranza mínima. Anteriormente, la SAGARPA se vinculaba de forma indirecta en la trayectoria del H-48, a partir de este momento su interesamiento o interés cambia y dedica recursos y esfuerzos por incidir en favorecer la adopción de la innovación del uso de semillas híbridas, entre ellas se encuentra la variedad H-48. El ciclo p-v 2007, se sembraron 37 hectáreas para la producción de semillas híbridas en el estado, la gran mayoría de ellas de la variedad H-48, obteniendo una producción de 150 toneladas de semilla de maíz, que mediante la aplicación del paquete tecnológico logro la siembra de 7,500 hectáreas en el estado. Los agricultores señalan el éxito de la variedad H-48 en diferentes regiones del estado, quedando patente su alta capacidad adaptativa y rusticidad, reportando rendimientos superiores a sus variedades criollas.

En los primeros seis primeros años de operación de este programa, las empresas semilleras locales que fueron formadas por el INIFAP y que reproducían el H-48, vendieron su producción a la SAGARPA, quien, a su vez, la vendía a precios subsidiados a los productores de maíz. Las empresas de semilla entregaban a SAGARPA de 12 a 14 mil sacos de 60 mil por ciclo de producción, de esta forma unas 13 mil hectáreas con la semilla de maíz de las variedades H-48 y H-40, se sembraban anualmente en el estado. Las ESL, aún tienen una capacidad limitada de producción y trabajan con equipos y maquinaria usada adaptada para realizar los procesos de selección y envasado de la semilla.

El número de empresas y superficie sembrada para la producción de semilla, desde 2006 fue en aumento, con lo que el proveedor de los progenitores vegetales del INIFAP el CEVAMEX, ubicado en el Estado de México, estableció una relación comercial con las empresas semilleras locales de Tlaxcala que perdura hasta la actualidad, es importante señalar que la variedad H-48, durante estos 14 años fue y sigue siendo parte de las variedades demandadas por los agricultores de maíces

híbridos en Tlaxcala, su calidad y atributos deseables, han permitido que se mantenga como parte del grupo de variedades de maíz que las empresas locales ofertan al mercado de semillas híbridas del estado.. En el año de 2008, se alcanzó una superficie aproximada de 77.5 ha sembradas para la producción de semilla certificada.

En esta época se registra una creciente apertura de empresas proveedoras de insumos, maquinaria y servicios en Tlaxcala, sus equipos de asesores técnicos brindan capacitación a sus clientes, agricultores de todos los municipios.

A partir del 2009, el Banco de México, a través de sus Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA), se involucra e interesa en desarrollar un esquema de giras tecnológicas, que permite la interacciones entre agricultores y proveedores, la difusión del uso de semillas híbridas es más intensa. Participa además en la implementación del Programa de Inducción y Desarrollo del Financiamiento al Medio Rural de la SAGARPA (PIDEFIMER), que otorgaba apoyos para constituir garantías liquidas, créditos de avío), acompañamiento técnico, acompañamiento para el Fortalecimiento de La Organización, la formulación de Proyectos y Plan de Negocios, adquisición de infraestructura básica productiva. Aunque el esquema de apoyos se diversifica, nuevamente se da preferencia a las organizaciones y agricultores que reunían características del perfil del agricultor innovador, dispuesto a adquirir nuevos conocimientos y con recursos necesarios para ajustar sus procesos de producción orientados al mercado. No es clara la estrategia de apoyo a los pequeños agricultores, que no están vinculados al mercado y con ello su acceso a semillas mejoradas o híbridas y en general para participar en los procesos de innovación de manera activa, continúa siendo limitado.

En el año 2009 el PROMAF (Proyecto Estratégico de Apoyo a la Cadena Productiva de los Productores de Maíz y Frijol, que comenzó operaciones en 2006) introduce la modalidad de apoyo para la “agricultura de alto rendimiento” con el propósito de acelerar el cumplimiento del objetivo del gobierno federal de incrementar la el volumen de producción nacional con costos competitivos, la población objetivo fueron aquellos productores que cuyas unidades de producción se ubiquen en las regiones que el INIFAP ha clasificado como medio y alto potencial productivo. Los proveedores de insumos y maquinaria, cambian su estrategia de cercanía a los agricultores y se enfocan en acreditarse como proveedores oficiales de la SAGARPA, para así participar en los programas y así asegurar sus ventas.

En un entorno donde los objetivos e interesamientos de los actores involucrados en la producción de maíz fueron evolucionando, hasta enfocarse completamente en aquellos productores vinculados al mercado y a la competitividad, con una amplia oferta de semillas híbridas, dominada por empresas transnacionales y grandes empresas nacionales, la semilla H-48 continua siendo una opción para los agricultores, que consolidan una demanda constante de la variedad, que se vende a precios competitivos y continua ofreciendo las características agronómicas deseables para los agricultores.

En la última década en el INIFAP, se ha interesado en realizar esfuerzos para favorecer el incremento de los índices de adopción del uso de semillas híbridas, por lo que ha propiciado una retroalimentación por parte de las empresas semilleras, agricultores y agroindustriales para modificar las características agronómicas de sus semillas, tales como: resistencia a sequías, heladas e híbridos de maíces de colores, principalmente maíces azules y amarillos. Este cambio en la visión institucional coincide con la llegada a nuestro país del enfoque sistémico de la innovación y el enfoque de redes, en donde los modelos lineales de innovación que predominaron la innovación agrícola en México, se replantean.

Época de desaceleración (2016-2019)

El posicionamiento de las grandes empresas semilleras como ASGROW, BERENTSEN y ASPROS, comenzaron a dominar el abasto de semillas al interior del estado, sus intereses como empresas, se enfocan a cubrir rápidamente la mayor parte de la demanda de semillas híbridas al interior del estado, por ello y desplegando todos sus recursos y estrategias de mercado, lograron posicionarse como los principales proveedores de semillas en las 11 bodegas de abasto de insumos organizados por la SEFOA, en los cuales los agricultores pueden acudir a comprar sus semillas, y se les otorga un subsidio para ello. Dentro de sus estrategias, se incluye la campaña negra hacia las variedades del INIFAP, entre ellas el H-48, en donde se pone en duda la calidad de estas semillas y se hace comparación con sus materiales de supuesta calidad superior.

La semilla H-48, enfrenta en esta época un periodo de intensa competencia, la débil reglamentación de entrada al mercado semillero del estado, permitió la implementación de malas prácticas comerciales por parte de las grandes empresas comerciales, como la compra de participación en programas de subsidio de semilla, la evasión de la evaluación agronómica obligatoria de sus variedades por parte del INIFAP en las diferentes condiciones agroclimáticas del estado y

publicidad negra sobre las variedades que las pequeñas empresas semilleras locales producían, entre ellos el H-48.

Entre en año 2018 y el año 2020 el INIFAP enfrentó dificultades para abastecer la cantidad demandada de semillas básica y registrada. En el año 2018 se tenía un padrón de 46 empresas registradas ante el SNICS para la producción de semillas, la cifra más alta desde que se consolidaron las tres primeras en 2005. Sin embargo en ese mismo año, el CEVAMEX y en general los campos experimentales del INIFAP hicieron un paro temporal de actividades, debido a los fuertes recortes presupuestales, lo que rompió con la continuidad de abasto de progenitores al estado de Tlaxcala. Para finales del 2019, 12 empresas locales se habían retirado de la actividad, para el 2020 el padrón de empresa tiene registradas 34 empresas.

La calidad y cantidad de progenitores para siembra de semilla entregada a las empresas semilleras locales para las siembras de 2019, se vio afectada seriamente y el abasto de la semilla de la variedad H-48 se limitó a unos cientos de sacos. La incertidumbre generada por el desabasto de progenitores en las empresas semilleras locales, facilitó la participación del Grupo Consultivo para la Investigación Agrícola Internacional (CGIAR por sus siglas en inglés), un consorcio internacional de centros investigación patrocinado por las empresas semilleras transnacionales, a través del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), como proveedor de materiales genéticos, solo que a diferencia del INIFAP que por mandato constitucional obedece a los intereses de los agricultores, el CGIAR tiene objetivos completamente comerciales, por lo que para adquirir los materiales genéticos desarrollos en sus centros de investigación (y muchos de ellos generados con recursos públicos) los agricultores deben comprar una membresía, cuyo costos solo puede ser cubierto por unas cuantas empresas locales. Este esquema aumenta la presión sobre las pequeñas empresas, desplaza las variedades desarrolladas por el INIFAP y aumenta la dependencia tecnológica. A pesar de esta decisión, la demanda, aunque ya reducida de la variedad H-48, se mantiene y tiene un lugar en el mercado estatal de semillas híbridas.

5.1.4. Nueva Política Nacional de semillas (2020-2021)

En este período, identificamos a otros actores, que aunque con una participación menos destacada, se encuentran en la estructura de la red, a continuación se describen:

Industria de la masa y la tortilla: comprende todos aquellos establecimientos, locales y empresas dedicadas a la compra de maíz para su transformación en masa y tortilla, se estima que esta industria consume 50% del maíz que se produce en México.

Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala (ITAT): institución de educación superior tecnológica, creado en 1982. Además de formación de profesionales, promueve desarrollo tecnológico, sostenido, sustentable y equitativo de la región.

Organizaciones de productores: grupos de agricultores organizados bajo objetivos comunes que pueden estar constituidos formal o informalmente.

Asesor técnico particular (ATP): profesionales del área agrícola que ofrecen sus servicios de asistencia técnica de forma particular a agricultores de la red.

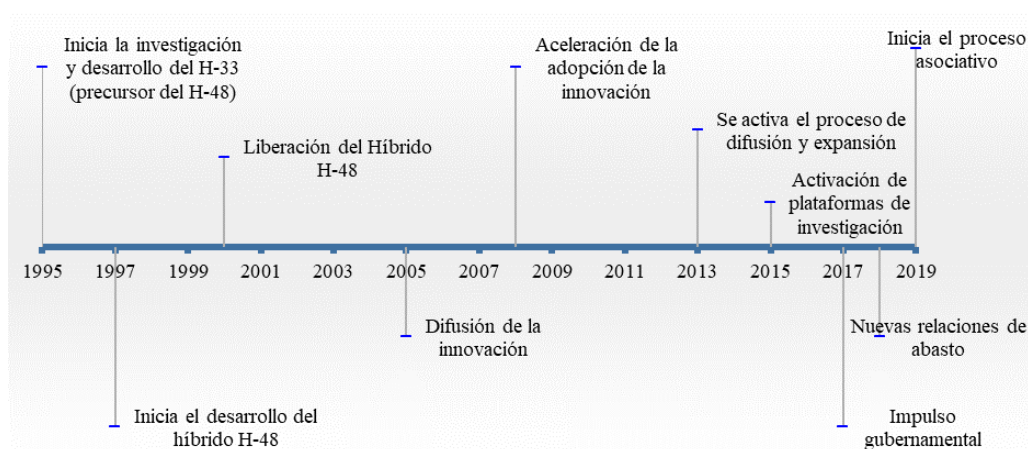
En este período se presenta una serie de propuestas para transformar a la industria semillera nacional, las propuestas están encaminadas a atender las causas que han limitado algunas actividades prioritarias que han limitado que este sector cumpla eficientemente su propósito, además de exponer los desafíos que enfrentan los agricultores ante el cambio climático y sus efectos.

En el documento se enfatiza la integración y coordinación de todos los actores involucrados en la investigación, conservación, producción y distribución de semillas, los agricultores se posicionan como actores fundamentales para la difusión de las variedades vegetales. Para la elaboración de esta ley, se realizaron diagnósticos, se alinearon los programas oficiales, que otorgan incentivos económicos al uso de semilla certificada y robustecer la supervisión de la calidad de estas semillas, estos diagnósticos fueron realizados por el Sistema Nacional de semillas (SINASEM), esta rigurosidad, favorece a las variedades entre ellas el H-48, gracias a que para su producción se observa de forma estricta la norma y es evaluada por el SNICS, sin embargo, la entrada en vigor de esta ley, coincide con los primeros años de gestión del nuevo Gobierno, que en 2018 y 2019, debido a la política de austeridad, redujo considerablemente los recursos asignados al INIFAP, que se vio obligado a realizar paros temporales y a despedir a gran parte del personal encargado del beneficio de las semillas progenitoras que se venden a los agricultores para la producción de las variedades de maíz y otros cultivos, lo que demerito la calidad de estas y para 2019, el desabasto, que se mantiene, ha favorecido que los dueños de las empresas locales de semilla busquen otras

alternativas de para adquirir los progenitores, de forma coyuntural, CIMMYT se beneficia de este momento para atender sus intereses y echar a andar una estrategia de abasto de materiales de reproducción, cuyos derechos de uso generan un costo económico anual, que sólo las empresas locales mejor posicionadas pueden cubrir y esto margina a las pequeñas empresas que comienzan a dejar de operar al interior del estado. Sin embargo y a pesar de las limitaciones de recursos, el INIFAP continúa con su interés por trabajar con estas empresas y garantizar la oferta de materiales de alta calidad (nuevas variedades se están liberando y otras más en proceso de liberación), para los agricultores de Tlaxcala.

A pesar del entorno cambiante y complejo que incluye, la nueva política de apoyo a la industria semillera, el cambio de intereses de actores ya presentes que ahora dejan en claro que atienden intereses comerciales, la amplia oferta de semillas de maíz híbrido y el paro parcial obligado por falta de recursos de instituciones de investigación mexicanos, en el trabajo de campo se pudo constatar que la variedad H-48, que durante el tiempo que la trayectoria tecnológica se ha descrito, sus atributos favorables lo han mantenido como una variedad demandada ´por los agricultores tlaxcaltecas y es por ello que el éxito de esta innovación es motivo de interés y estudio. En la Figura 8 se presenta una línea de tiempo con la síntesis de la trayectoria tecnológica.

Figura 8. Línea de tiempo de la trayectoria tecnológica del híbrido H-48



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

La investigación permitió mapear las interacciones que ha establecido los diferentes actores involucrados en el proceso de innovación para la producción de maíz en Tlaxcala (Figura 9). De

esta manera es posible mostrar la importancia relativa que ha tenido los gubernamentales como la Secretaría de Fomento Agropecuario (SEFOA) y la SAGARPA (hoy SADER), esto se puede explicar por su carácter de instancias instrumentadoras de la política pública en materia de desarrollo rural y por ser vía para la ejecución de los recursos económicos de dicha política que busca favorecer la transición de los sistemas de producción basados en semillas criollas a los de producción con semillas híbridas.

Por su parte, las Instituciones de investigación como el INIFAP-Tlaxcala, CIMMYT, la UACH y la Fundación Produce Tlaxcala, forman un segundo grupo de actores que favorecieron el proceso de transferencia de tecnología. Aunque se esperaría que los extensionistas jugaran un papel más relevante en la conformación de la red, debido a su cercanía con los agricultores, su papel es más bien secundario y son escasamente mencionados por los entrevistados.

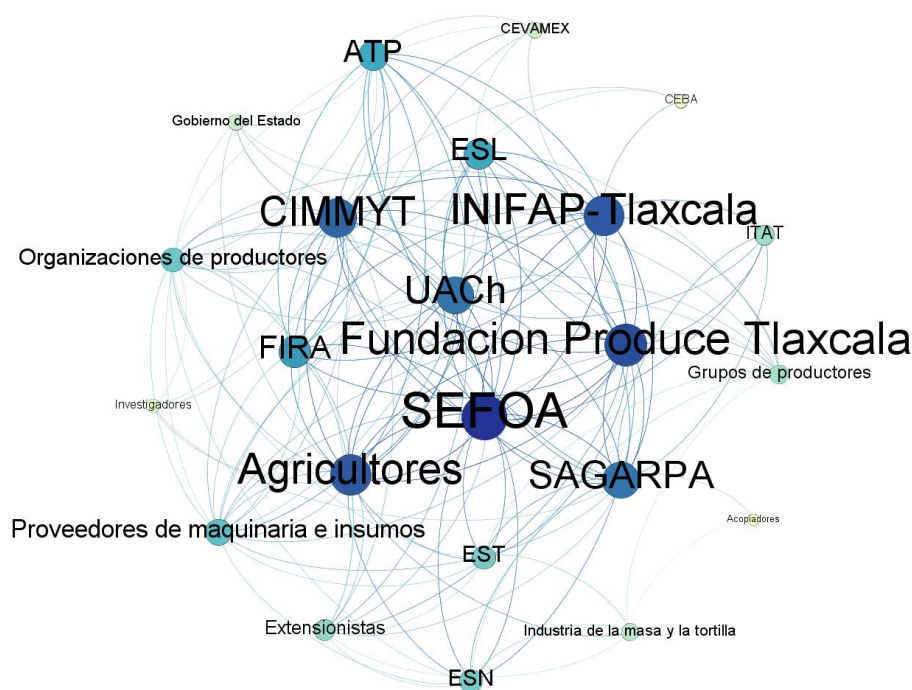
Las empresas semilleras locales (ESL), empresas semilleras nacionales (ESN) y las empresas semilleras transnacionales (EST), han tenido un papel importante al interior de la red, con una importancia similar, aunque con diferentes capacidades y recursos disponibles, las empresas semilleras locales, han basado su éxito en la competitividad de sus precios y la calidad de sus materiales, adaptados a las condiciones climáticas locales; mientras que las empresas semilleras nacionales y transnacionales, han buscado posicionarse como proveedores de los programas estatales que destinan recursos a la adopción de semillas híbridas, lo que han logrado con éxito.

Otro grupo de actores lo conforman los grupos y organizaciones de agricultores y agricultores. Las organizaciones de agricultores fueron punta de lanza para la prueba de innovaciones y adopción temprana, sin embargo, la relevancia de los agricultores de maíz (no asociados) resalta en el mapeo de la red. Los agricultores, alcanzan a tener una relevancia similar a los actores gubernamentales y de investigación, su participación y disposición para adoptar las innovaciones se evidencia al interior de la red.

Por su parte, la industria de la masa y la tortilla y proveedores de insumos y servicios, aparecen en el mapeo de la red, pero su relevancia al interior de la misma es limitada, generando pocas relaciones entre los actores identificados. Estos actores se relacionan principalmente con los grandes agricultores, que por superficie sembrada y volumen de producción son clientes atractivos para proveedores y comercializadores.

Las empresas semilleras locales, en su mayoría continúan trabajando de forma mecánica los procesos de selección y envasado de su producción, sin embargo en el año 2020, se dio un paso importante con la compra (mediante la organización de 4 empresas) de maquinaria especializada e importada de Asia, por parte de las ESL líderes (por su volumen de producción). Esta maquinaria se adquiere con la intención e incrementar radicalmente su capacidad de beneficio de semilla y homologar la calidad de su producción.

Figura 9. Red de actores involucrados en el proceso de innovación de la producción de semilla híbrida de maíz en Tlaxcala



Fuente: elaboración propia con información de campo.

Tradicionalmente cuando se estudia a las innovaciones, como es el caso de la producción y utilización de semillas híbridas, se piensa en resaltar sus cualidades agronómicas, mismas que pueden contribuir a mejorar los rendimientos de las unidades de producción y de esta forma maximizar las ganancias de los agricultores o hacer rentables las unidades de producción.

La investigación pone en relieve a la semilla, que es más que rendimiento, es el componente principal de la tecnología aplicada en el sector agrícola, en la cual se incorporan los resultados de investigación en genética y biotecnología (SADER-SNICS 2020), en este sentido la semilla híbrida

se ha convertido en un objeto técnico, dotado de atributos y significados particulares para quienes se relacionan con ella y estas relaciones a su vez construyen una red. Arellano (1999) y Callon (2001a), definen a este objeto técnico, como una entidad no humana, dotada de atributos deseables para ciertos propósitos, que cumple con ciertas funciones y se convierte en el producto esperado de la suma de esfuerzos hechos por un conjunto de actores heterogéneos (en el caso de la semilla: agricultores, investigadores, ingenieros, genetistas, varietistas, empresarios, entre otros) que van conformando una red socio-técnica. El objeto técnico puede llegar a coordinar la misma red (Callon 2001a), como lo hace la semilla de maíz, su importancia radica en que es contenedora de historia, intereses, conocimiento, tecnología, cultura y tradición y es motivo de un proceso de innovación que traza una trayectoria, ramificada y compleja, que cambia y sigue transformando la agricultura y sus procesos en Tlaxcala.

Los actores involucrados, como podemos observar en el desenvolvimiento de la Trayectoria tecnológica de la semilla H-48, se integran a la red por “intereses”, en donde la toma de decisiones no es independiente de las de los demás actores de la red. Ruíz Gómez (2006), señala que al interior de estas redes, se produce y distribuye conocimiento, existe además una dinámica establecida por interacciones entre actores heterogéneos, que se relacionan de forma coordinada para dar sustento y sentido a la red. La innovación es así el resultado del encuentro entre actores diversos, con intereses y saberes diversos, y donde la iniciativa, en su doble aspecto de búsqueda del encuentro e iniciación de la idea que lleva a la innovación, no está concentrada en alguna franja particular de actores, es decir está socialmente distribuida (Von Hippel, 1988; Arocena y Sutz, 2001).

El proceso de interesamiento, es un grupo de acciones por las que una entidad intenta imponer y estabilizar la identidad de los otros actores mediante procesos de negociaciones, establecimiento de grupos y toma de decisiones (Padilla Navarro y Vásquez Miranda 2018). Estas últimas constituirían el elemento crucial para entender el proceso de innovación. Las decisiones representarían los hitos de avance que posee cualquier proceso de innovación y a la vez permiten delimitar nuevas acciones. A través de éstas se configuraría cualquier adopción de una innovación, dependiendo del contexto particular donde se inserte (Latour 2007).

Si entendemos que la innovación hace sociedad, nuestra investigación toma distancia de una mera evaluación técnica y económica de las semillas híbridas de maíz y se propone un estudio de la red socio-técnica de la semilla híbrida, es posible dar cuenta de que la semilla no es sólo un componente

de un sistema de producción de maíz, como lo señala, Vargas Canales (2016) en su estudio sobre agricultura protegida, no se trata de estudiar sistemas de producción agrícolas, sino de como la agricultura y la forma en que se realiza se constituye en una forma de construir la sociedad, las relaciones humanas y el territorio, donde se integran un conjunto de elementos heterogéneos con la historia, cultura y tradiciones distintas (con influencia de la ciencia, la tecnología, la política y el mercado) que interactúan manteniendo un flujo constante de conocimientos e información, dinámica que les permite evolución y transformación.

En esta red, se consideran las características diferenciales de quienes la conforman, su funcionamiento y desempeño, se inscribe como un proceso dinámico y complejo, en constante construcción que requiere de estudios que nos muestren su trayectoria o trayectorias y el rumbo que seguirá. El estudio de la trayectoria tecnológica de la red socio-técnica de la semilla de maíz H-48, pone en evidencia el carácter social de la innovación y la complejidad de sus procesos y nos ofrece la posibilidad de hacer propuestas de mejora ante su inminente avance y cambio.

5.2. El perfil económico, tecnológico y social de los agricultores productores de maíz en Tlaxcala.

5.2.1 Perfil de los agricultores

Para el estudio del perfil de los agricultores y sus unidades de producción se utilizó la metodología descrita en el Anexo B, los resultados indican que los agricultores productores de maíces criollos entrevistados tienen en promedio 60.4 años de edad, mientras que los agricultores que siembran maíces híbridos tienen en promedio 50.2 años (Cuadro 6), ambos datos se encuentran cercanos al promedio que reportan otros estudios que analizan el perfil de agricultores dedicados a la producción de maíz, estos estudios reportan un rango que va de los 50 a los 58 años (Macías, 2013; Lazos Chavero 2014; CONABIO-INIFAP 2015; Osorio-García et al. 2015; Damián Huato et al. 2016). En comparación con otros cultivos, los agricultores dedicados a la producción de maíz en Tlaxcala, son de mayor edad, pues en el caso de productores de aguacate o de hortalizas, los agricultores tienen una edad promedio de 46 y 29 años respectivamente, para Macías (2013) esto se explica porque la producción de estos cultivos es más rentable, lo que motiva a personas jóvenes a incursionar en la agricultura, no así en el maíz, cuya principal motivación es la conservación de la tradición familiar de sembrar maíz (Ortega, 2020).

Cuadro 6. Atributos generales de los agricultores entrevistados

	Edad	Maíz criollo	Maíz híbrido
Mínimo		36.0	31.0
Promedio		60.4	50.2
Máximo		86.0	74.0
DE*		13.2	12.0
CV**		21.9	24.0
n***		30.0	30.0
Escolaridad			
Mínimo		0.0	6.0
Promedio		8.0	11.4
Máximo		16.0	18.0
DE		4.8	3.7
CV		59.6	32.7
n		30.0	30.0
Experiencia			
Mínimo		2.0	6.0
Promedio		33.6	26.8
Máximo		70.0	50.0
DE		18.3	10.7
CV		54.3	39.7
n		30.0	30.0
Superficie			
Mínimo		0.5	1.0
Promedio		4.1	22.5
Máximo		20.0	150.0
DE		4.0	34.0
CV		97.4	151.1
n		30.0	30.0

* Desviación estándar; ** Coeficiente de variación (%), ***Número de observaciones

Fuente: Elaboración propia con base en la información de campo

En cuanto a la educación formal (ver el Cuadro 6), los agricultores de maíces criollos en promedio han recibido 8 años de educación formal, mientras que los agricultores de maíces híbridos reportan 11.4 años de escolaridad, este resultado contrasta con el obtenido en otros trabajos, donde señalan que el promedio de escolaridad de los agricultores en México oscila entre los 3.5 y 5.6 años (Ordaz, 2007; Osorio-García et al. 2015). De acuerdo con la Encuesta Nacional Agropecuaria 2019, un 76.63% de los agricultores de la entidad tiene entre seis y nueve años de escolaridad (INEGI, 2019).

El grado de escolaridad que tiene los agricultores entrevistados supone una oportunidad para potenciar la capacidad de innovar y adquirir nuevos conocimientos, pues los conocimientos previos y la capacidad para acceder a información codificada en manuales, folletos y diagramas, facilita el proceso de conversión de conocimientos tácitos a explícitos (Aguilar et al. 2013).

Respecto a la experiencia en la producción de maíces criollos, estos cuentan con 33.6 años de experiencia (Ver el Cuadro 6), los resultados indican que los agricultores de maíces híbridos tienen 26.8 años en promedio de experiencia, estos datos reflejan la importancia que tiene su actividad, si tomamos en cuenta la edad promedio de los agricultores, tienen más de la mitad de su vida dedicándose a esta actividad. En el caso de los agricultores de maíces criollos, esta amplia experiencia se explica porque la mano de obra familiar es muy importante para este tipo de agricultores (Ramos, et al., 2013), debido principalmente a la escala de producción, por lo que los agricultores entrevistados desde edades muy tempranas eran involucrados en algunas tareas relacionadas con la producción de maíz. Es importante señalar que los actuales agricultores dedicados a la producción de maíces híbridos, en sus inicios fueron agricultores de maíces criollos.

La superficie que destinan a la producción de maíz criollo es, en promedio, de 4.1 ha, mientras que para la producción de maíces híbridos en promedio se destinan 22.5 has (Ver el Cuadro 6), en ambos casos este dato incluye la superficie propia y en su caso la arrendada, de acuerdo a los resultados en esta investigación, la superficie de los agricultores entrevistados dedicada al cultivo de maíz es mayor a la que reportan otros estudios, que encontraron que la superficie va de las 1.7 a las 4.7 ha (Osorio-García et al., 2015; Valerio, et al., 2016). Esta diferencia se puede explicar con lo señalado por Lazos Chavero (2014), quien en su trabajo indica que Tlaxcala el promedio es de 5.7 ha dedicadas a producción agrícola, y señala que en este estado la renta de tierras es frecuente, lo que puede alterar el total de la superficie cultivada por las familias cada año, pues esto depende en gran medida de los ingresos que obtuvieron en el ciclo productivo anterior, de expectativas sobre el siguiente ciclo y la disponibilidad de mano de obra familiar.

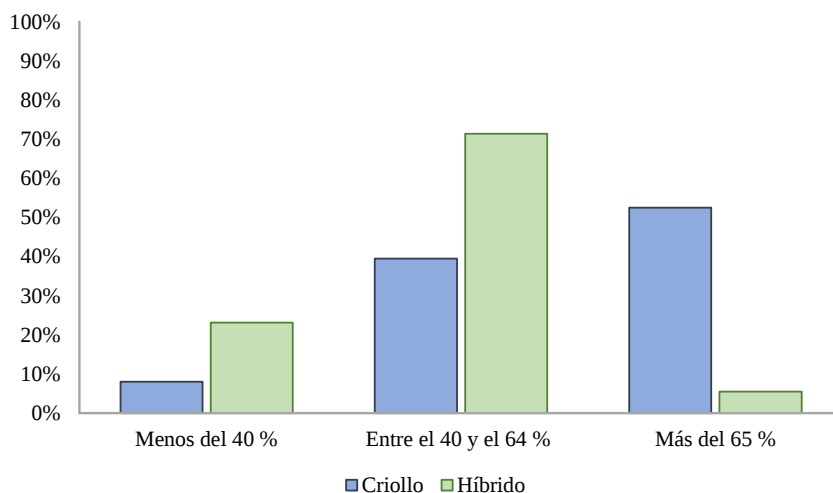
El porcentaje tan alto en el coeficiente de variación se explica por el tipo de muestreo utilizado que no discriminó el tamaño de superficie, pues el estudio está enfocado en explicar la realidad de un grupo de agricultores más que en su representatividad estadística (Goodman, 1961).

En cuanto a la importancia de los ingresos provenientes de la producción de maíz, los resultados obtenidos, indican que para la mayoría de los entrevistados la producción de maíz es una fuente

complementaria de ingresos (Figura 10). Para Damián et al. (2009), esto se debe a que la pluriactividad en las unidades de producción en esta zona está alcanzando niveles relevantes, pues debido a la baja rentabilidad de la producción del maíz, las familias deben diversificar sus fuentes de ingreso.

Los resultados nos indican que se puede identificar dos tipos o perfiles de agricultores, aquellos que están en edad productiva, con una mayor instrucción y con una amplia experiencia en la producción de maíz, de acuerdo a los estudios revisados este grupo de agricultores tiene una mayor propensión a innovar y es por eso que los programas de fomento productivo se focalizan en ellos, pues las intervenciones orientadas a la transferencia de tecnología tienen una mayor probabilidad de éxito. Por otra parte, se identifica otro grupo de agricultores que también se encuentran en edad productiva y cuenta con una amplia experiencia en la producción de maíz, pero con un menor grado de instrucción formal que les limita el acceso a información y conocimiento explícito, debido a esto presentan una mayor aversión al riesgo, retardando el proceso de transferencia de tecnología, por lo que tienen poca prioridad para ser población objetivo de los programas de fomento productivo.

Figura 10. Porcentaje de los ingresos provenientes del maíz con respecto a los ingresos totales de la unidad de producción.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Como se ha expuesto en diferentes trabajos, el perfil del agricultor influye en su capacidad y disposición a la adopción de innovaciones, de forma general, los agricultores, más jóvenes y con

una mayor escolaridad tendrán menos resistencia al cambio y a la adopción de innovaciones. Este tipo de agricultores como lo vemos en esta investigación además manejan superficies mayores en sus unidades de producción, esto concuerda con lo hallado por Aguilar et al. (2013) que señala que el incremento en el tamaño de la explotación conlleva más riesgo en la producción y rentabilidad de la misma, por lo cual la adopción de innovaciones, y por ende la necesidad de conocimiento, se hacen más indispensables para los productores, además de que deben ser de mayor nivel y calidad. Es por ello que para el manejo de estas unidades de producción o explotaciones más grandes requieren de mejores y más eficiente formas de acceder al conocimiento y este perfil innovador que hemos descrito facilita y predispone a los agricultores a buscar tecnologías apropiadas para sus restricciones de producción, en un primer momento y posteriormente a innovar en otras áreas (administración, comercialización, etc.).

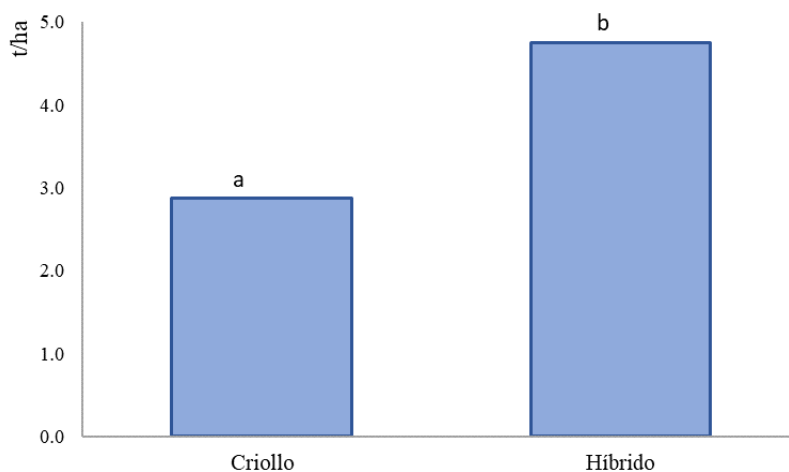
5.2.2. Perfil de las unidades de producción

Del total de las unidades de producción, los resultados indican que para los maíces criollos el 96.6% son de temporal y sólo un 3.4% cuentan con riego. Lo que confirma que los agricultores de maíces criollos se concentran principalmente en zonas de temporal (Díaz, et al., 1999; Turrent, 2008); SIAP, 2019) Esta situación hace que la producción de maíz sea vulnerable a eventos climáticos adversos, como lo son las sequías, por lo que es necesario se activen procesos de innovación genética que genere en los maíces criollos resistencia a la sequía, exceso de humedad, o a los fuertes vientos (Ortega, 2020).

Los maíces híbridos por su parte reportan un 80% de siembras en temporal, y un 20% con riego. De acuerdo con la SADER en Tlaxcala tiene un bajo nivel de superficie con riego, pues del total de la superficie agrícola del estado, apenas un 10.7% cuenta con infraestructura para riego (SIAP, 2020b). Una de las acciones estratégicas para adaptarse a estas condiciones es el desarrollo y adopción de prácticas agronómicas que mejoren la capacidad de retención de humedad de los suelos.

En lo que respecta a las toneladas de grano obtenidas por ha (Figura 11), los agricultores de maíces criollos reportaron 2.87 t/ha, mientras que los de maíces híbridos 4.75 t/ha, ambos promedios, se ubican por arriba del promedio estatal de 2.6 ton/ha (Aceves et al., 1993), pero la producción de maíces criollos se encuentra por debajo del rendimiento potencial en la región, que va de los 3.6 hasta 8.0 t/ha (Turrent, 2008).

Figura 11. Rendimiento de maíz (t/ha) de acuerdo con el tipo de semilla utilizada



Letras diferentes sobre las barras indican diferencia estadísticamente significativa de acuerdo a la prueba de Tukey ($P < 0.05$)

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Como ya se ha señalado en capítulos anteriores, en el estado de Tlaxcala la política de apoyo al campo se ha basado en los últimos gobiernos locales al impulso y apoyo de compra de activos e infraestructura. En la época de mayor auge del PROMAF, de 2006 a 2012, el acompañamiento técnico fue obligatorio para acceder a apoyos económicos, ya sea vía créditos o subsidios. Posteriormente la SEFOA, mediante su programa de extensionismo, privilegiaba la asistencia técnica como apoyo principal de sus programas. Sin embargo a partir de 2018, los apoyos se dirigieron primordialmente a la adquisición de activos e infraestructura, dejando de lado a los servicios de acompañamiento técnico, buscando con esta estrategia hacer más competitivas a las unidades de producción agrícolas a quienes dirige sus apoyos.

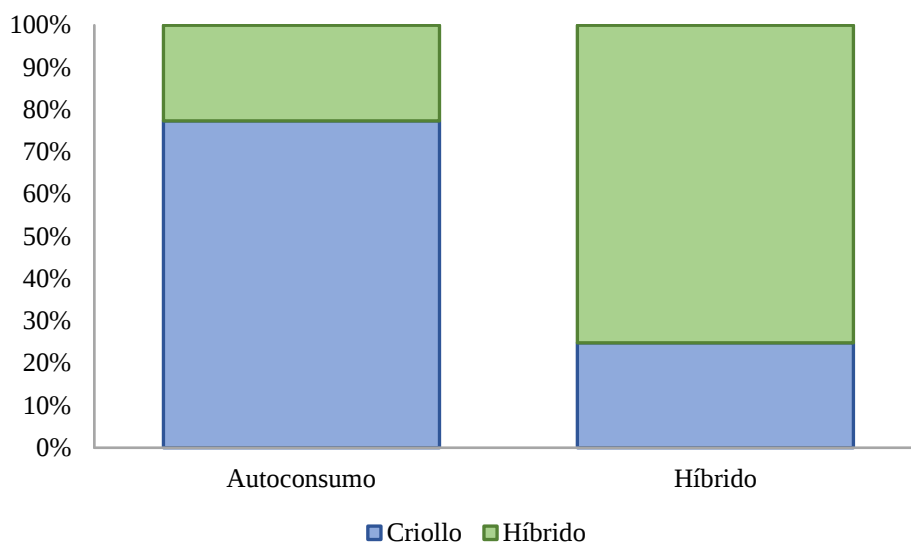
Sin embargo, Solleiro y Castañón (2005) mencionan que para que una empresa sea competitiva desde el punto de vista macroeconómico, debe de administrar y controlar los siguientes aspectos: portafolio de productos, tecnología y equipo, organización interna, desarrollo de productos, sistemas de control de calidad, compras, entrenamiento de los recursos humanos, mercadeo y distribución, y financiamiento. Asimismo, deben generar la capacidad de interaccionar con empresas e instituciones de su entorno. En este sentido, la compra de activos e infraestructura por sí sola, no es la mejor estrategia para alcanzar la competitividad, por lo que se debe replantear las estrategias de apoyo al campo. En este mismo sentido, un estudio de la FAO realizado en 2006 y citado por Rendón Medel et al. (2007), se halló que si los subsidios gubernamentales sólo se

enfocan en la compra de activos, los ingresos brutos de los agricultores beneficiarios pueden incrementar de un 20% a 27%, sin embargo si esta compra de activos se acompaña con servicios de asistencia técnica de buena calidad que favorezcan su capacidad de innovación. Los ingresos brutos de estos agricultores se pueden incrementar en un rango de 42% y hasta un 74%.

5.2.3. Destino de la producción

En lo que respecta a el destino de la producción, en promedio, los agricultores que siembran maíces criollos destinan un 75% para autoconsumo, que incluye la alimentación familiar y el complemento de la dieta de los animales de traspatio: el restante 25 % de la producción excedente se comercializa (Figura 12). Estos resultados concuerdan con los estudios que indican que el autoconsumo continúa siendo el destino principal de la producción de los maíces criollos, pues es el grano es utilizado para complementar la dieta de las familias y como insumo para la ganadería de traspatio, estrategia utilizada por las familias rurales para complementar su ingreso familiar (Ramírez, et al. 2008; Viveros, et al, 2010; Ávila et al., 2014; Osorio-García, et al. 2015).

Figura 12. Porcentaje de la producción destinada al autoconsumo y a la venta de maíces criollos e híbridos.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

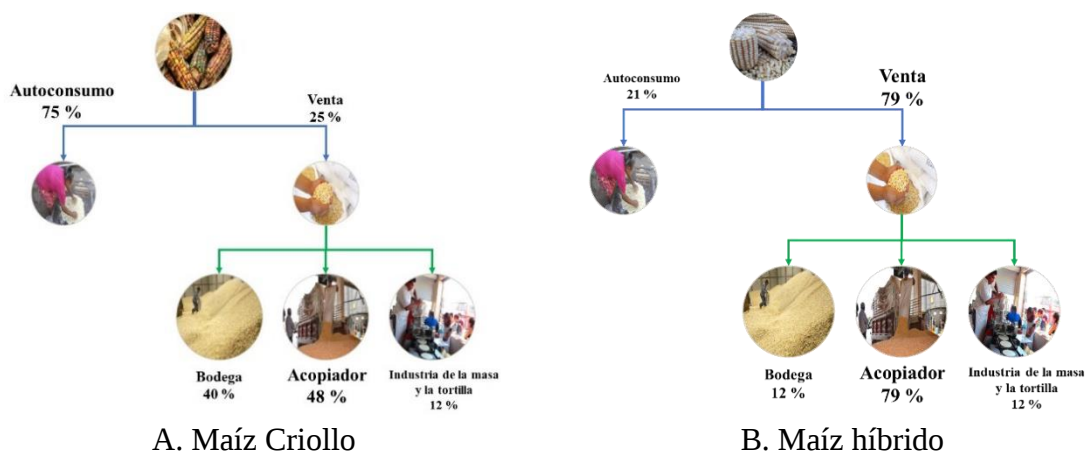
En el caso de los maíces híbridos, se encontró que el 21% de la producción es para autoconsumo y el 79% se comercializa, el volumen de producción obtenido en este sistema de producción supera ampliamente las necesidades familiares y lo que permite a los agricultores vincularse al mercado

5.2.4. Canales de comercialización

En lo que respecta a los canales de comercialización de los excedentes de la producción, los resultados indican que la venta a acopiadores locales, tanto para los productores de maíces criollos como de maíz híbrido, es el principal canal de comercialización del grano de maíz, para los criollos representa el 48%, mientras que para los agricultores de maíz híbrido un 79%; las ventas en bodega el 40% y 12% respectivamente el 26% y quienes están vinculados con la industria de la masa y la tortilla solo representan el 12% en ambos casos (Figura 13). Los canales de comercialización se seleccionan con base al volumen de producción y a la calidad del grano.

Estos resultados, coinciden con diferentes estudios que confirman que el autoconsumo continúa siendo el destino principal de la producción de los maíces criollos, siendo la alimentación de animales de traspatio la estrategia más utilizada por las familias rurales para complementar su ingreso familiar (Ramírez, et al. 2008; Viveros, et al, 2010; Ávila et al., 2014; Osorio-García, et al. 2015). Por su parte los agricultores que usan semillas híbridas tienen clara orientación hacia el mercado. Es en este tipo de agricultores en donde se han focalizado los programas de apoyo gubernamental, ya sea para mejorar la infraestructura productiva o sus esquemas de comercialización.

Figura 13. Canales de comercialización de la producción de maíz para los agricultores entrevistados



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Según Feleke y Zegeye (2006), citado por Luna-Mena et al. (2017), cuando los agricultores están alejados físicamente de los mercados tienden a estar menos orientados hacia el mismo, porque sus decisiones de uso de tecnología se basan más en la producción de subsistencia que en las consideraciones de rentabilidad. En consecuencia, no están interesados en invertir sus recursos escasos en semillas mejoradas, siempre y cuando las semillas nativas les proporcionen una producción que solvete sus necesidades. De acuerdo con Mabah y Oyekale (2012), si un agricultor cambia de autoconsumo a una producción orientada a mercado, la probabilidad de adoptar el paquete tecnológico completo para maíz se acerca a 1; es decir a la probabilidad de que lo adopte totalmente

Respecto a los recursos invertidos, para el caso de Tlaxcala y de acuerdo a la estructura de las inversiones que presentamos más adelante, debe ser revisado con más detalle, los recursos invertidos en el proceso de producción de agricultores de semillas criollas, son muy similares a los de semillas híbridas, mejorar la eficiencia de sus inversiones y e indagar sobre la forma en la que están tomando sus decisiones es un punto crucial para proponer estrategias de intervención.

Es por ello que un factor relevante al definir estrategias de apoyo y atención a los agricultores de maíz del estado, es orientación y vinculación al mercado. Por mucho tiempo, se ha tratado de “convencer” a los pequeños agricultores de la imperiosa necesidad de orientar su producción a satisfacer las necesidades del mercado, sin embargo es necesario reconocer ambos tipos de producción orientada o no al mercado son necesarias, el autoconsumo cumple una función social y alimentaria fundamental para la gran mayoría de los pequeños agricultores de maíz, por su parte la agricultura comercial u orientada al mercado aporta alimentos para una creciente población que de otra forma tendría que importarlos a cualquier costo, ambas categorías requieren de la innovación para su permanencia. Es por ello que se proponen estrategias diferenciadas para aquellos agricultores que están orientados a atender la demanda del mercado y de quienes se orientan al autoconsumo y la conservación de su germoplasma o semillas nativas, ya que sus objetivos y consecuente toma de decisiones no pueden partir de una misma estrategia.

5.2.5. Análisis de los costos de producción

El costo de producción de maíz criollo para los productores entrevistados es en promedio de \$16,699.83 y para los agricultores de maíces híbridos es de \$ 17,346.77, de los cuales el 78% y 76%, respectivamente, corresponde a los costos de cosecha, insumos para nutrición vegetal y pagar

las actividades relacionadas con la preparación del suelo para la siembra (Cuadro 7), estos resultados concuerdan con los obtenidos por Guzmán, et al., (2014) y Rebollar et al. (2014), que indican que los rubros con mayor impacto en los costos de producción son los factores que limitan el crecimiento de los cultivos, como la preparación del suelo, el uso y manejo del agua y fertilizantes químicos. Estos resultados permiten inferir que es necesario activar procesos de gestión de innovación a través de servicios de asistencia técnica y capacitación, que mejoren la eficiencia económica de los procesos y técnicas de producción, tales como la nutrición o la preparación del suelo. Además, es necesario que se active un proceso de investigación y desarrollo de maquinaria y equipo agrícola para pequeñas escalas.

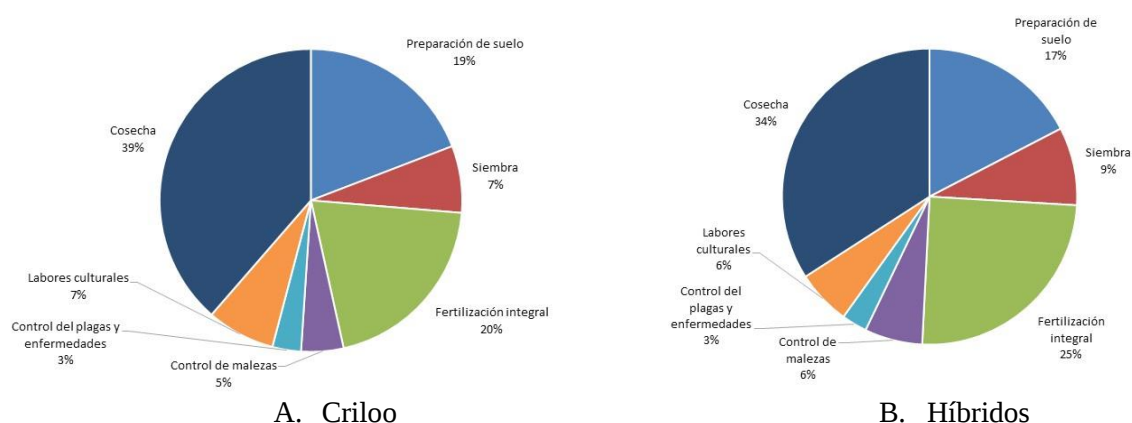
Cuadro 7. Costos económicos de la producción de maíz en promedio por hectárea para los actores entrevistados (pesos).

Concepto	Maíz criollo Costo promedio	Maíz híbrido Costo promedio
Preparación del suelo	3,385.00	3, 224.11
Establecimiento del cultivo	1261.00	1578.18
Nutrición vegetal	3,569.33	4,606.92
Control de malezas	798.15	1,175.66
Control de plagas y enfermedades	540.63	515.20
Labores culturales	1,288.33	1,109.38
Cosecha	6,815.21	6.312.87

Fuente: Elaboración propia a partir de información obtenida en campo

Al analizar la estructura de la distribución de los costos de producción por subprocesos, resulta evidente que la proporción de los costos de producción respecto al total son similares para los sistemas basados en maíces criollos y aquellos basados en semillas híbridas (Figura 14). Las diferencias más notables se encuentran en la nutrición vegetal y el control de malezas.

Figura 14. Estructura de costos de producción para los maíces criollos e híbridos



Fuente: elaboración propia con datos de campo

Estos resultados sugieren que las inversiones que se hacen en ambos sistemas de producción son similares; al descomponer los procesos de producción, es posible observar diferencias en el tipo de insumo que se utilizan, como semilla, fertilizantes, herbicida, etc. y que dependen del tipo de fuerza de trabajo, momento y técnica de aplicación de insumos. Estos resultados permiten concluir que para los agricultores de maíces criollos, hay una ventana de oportunidad en sus procesos mediante innovaciones de alto impacto, pero bajo costo, mismas que serán analizadas más adelante.

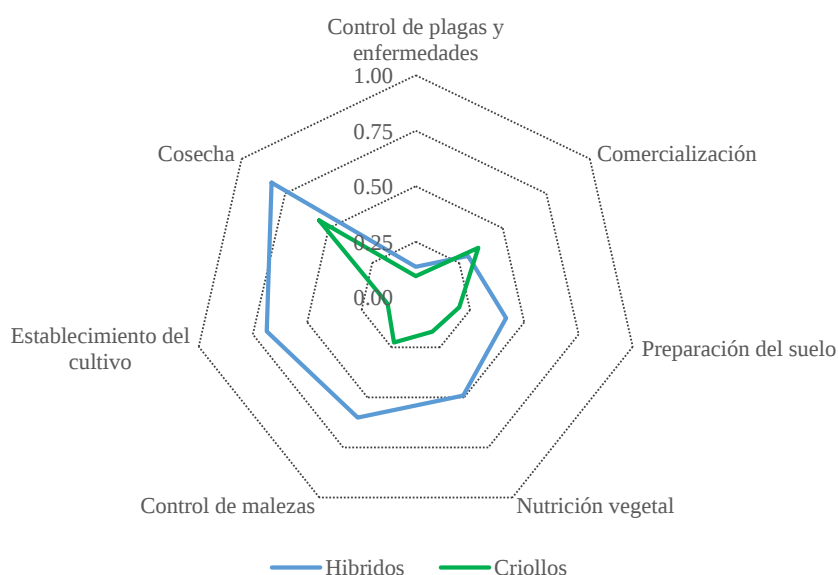
5.2.6. Adopción de innovaciones

La metodología propuesta por (Muñoz Rodríguez, et al. 2007), descrita en el Anexo C, permitió analizar los procesos de producción y sus áreas de oportunidad, de esta manera se calculó el grado de adopción de innovaciones para los agricultores entrevistados. (Figura 15).

Los resultados indican que los agricultores de maíz criollo tienen en promedio un índice de adopción de innovaciones (INAI) por de alrededor del 25 %, y que las prácticas relacionadas con la cosecha, el control de malezas, y la comercialización son las más adoptadas, mientras las que menos se adoptan son aquellas relacionadas con el control de plagas y enfermedades. Para los agricultores que usan semillas híbridas, el grado de adopción mejora significativamente, alcanzando un INAI promedio de casi el 50 %, las prácticas más adoptadas están relacionadas con cosecha, el establecimiento del cultivo, el control de malezas y la nutrición vegetal. Al revisar los estudios que han analizado la adopción de innovaciones en cultivos como café, jitomate, maíz en agricultura de conservación, limón, o en la producción de miel (Almaguer-Vargas y Ayala-Garay

2014; Vargas-Canales et al. 2015; González et al. 2017; García-Sánchez et al. 2019; Briones-Ruíz et al. 2021) se observa que han obtenido resultados similares en relación a la adopción de prácticas que permiten mejorar el rendimiento, la calidad y la sanidad de los cultivos, dando cuenta del limitado acceso a conocimiento que permitan mejorar sus procesos de producción, y de la necesidad de implementar programas de asistencia técnica y capacitación que permita mejorar sus procesos de producción de acuerdo a sus capacidades técnicas y económicas (Birner et al. 2009).

Figura 15. Tasa de adopción de innovaciones por categoría



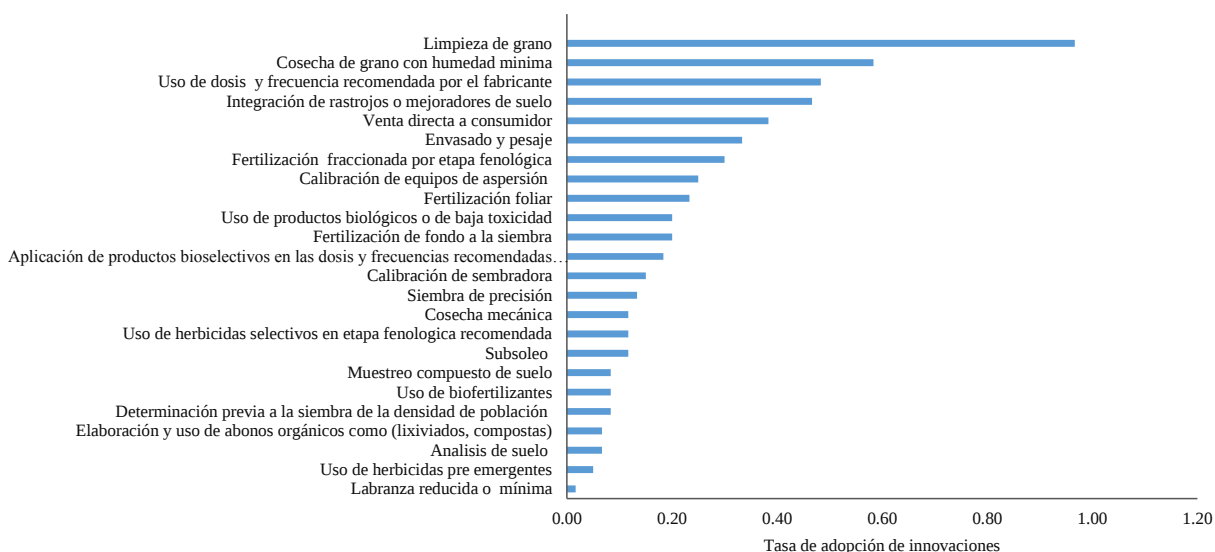
Fuente: Elaboración propia con base en la información de campo

En el caso de los agricultores de maíces criollos, los resultados indican que existe una amplia brecha de oportunidad para la innovación, innovaciones como la labranza mínima o reducida, la siembra de precisión, la determinación previa a la siembra de la densidad de población, la calibración de equipos, cosecha mecánica, fertilización a la siembra e integración de rastrojos se encuentran por debajo del 50 % de adopción. Estas innovaciones pueden tener un impacto directo en la productividad de sus sistemas de producción y sólo requieren de cambios en técnicas que usan en los procesos, sin incrementar de manera significativa los costos de producción.

Por otro lado, innovaciones como la elaboración de abonos orgánicos, el uso de herbicidas, la fertilización foliar y el uso de biofertilizantes, son innovaciones de bajo costo necesarias para mejorar los rendimientos y la rentabilidad de la producción de maíces criollos (Figura 16).

Estos resultados permiten inferir que aún no se alcanza el potencial productivo de los maíces criollos, de acuerdo con Turrent Fernández et al. (2017), es posible mejorar los rendimientos de los sistemas de producción de maíces criollos, mitigar los efectos del cambio climático y conservar el suelo si se implementan esquema de asesoría técnica y capacitación adecuados a este tipo de productores.

Figura 16. Índice de adopción por innovación para los maíces criollos



Fuente: Elaboración propia con base en la información de campo

En lo que respecta a los agricultores productores de maíces híbridos, los resultados indican que más de la mitad de las innovaciones presentan un índice de adopción de más del 50%, sin embargo existe una brecha significativa que cubrir, mediante la difusión y adopción de innovaciones encaminadas a la recuperación y mantenimiento de la calidad del suelo y su fertilidad, como lo es la labranza reducida o mínima, el uso de mejoradores de suelo, el muestreo, así como el análisis de suelo y la elaboración y uso de abonos orgánicos. Si bien estas innovaciones requieren de una inversión adicional, permiten alcanzar el pleno potencial productivo de las semillas híbridas utilizadas (Figura 17).

Figura 17. Índice de adopción por innovación para los maíces híbridos



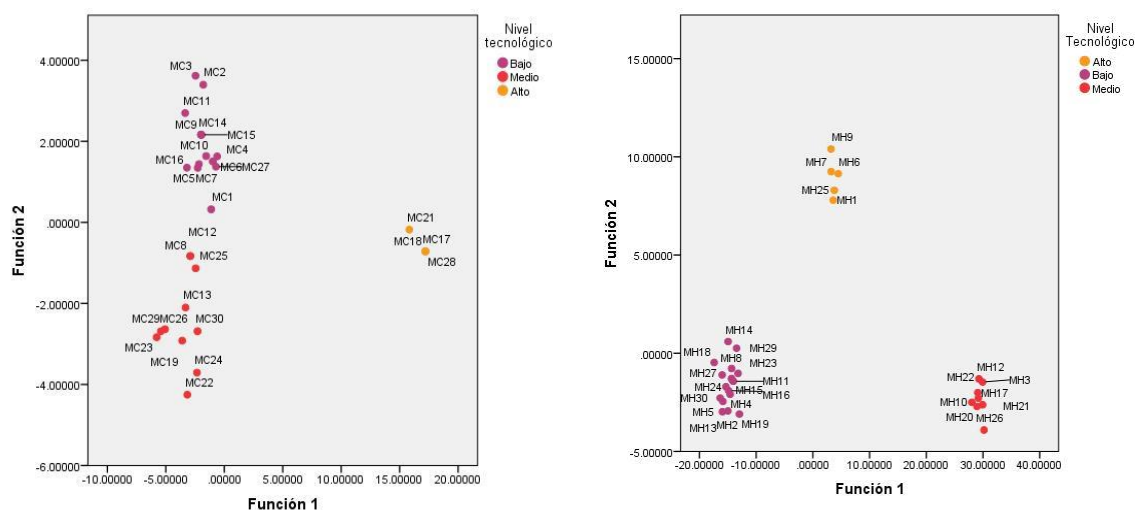
Fuente: Elaboración propia con base en la información de campo

5.2.7. Relación entre el nivel tecnológico, el rendimiento e indicadores económicos

El índice de adopción de innovaciones (INAI), permite inferir de manera indirecta el nivel tecnológico de las unidades de producción, al combinar el conocimiento con la disponibilidad de equipo y maquinaria que es necesario para implementar cada innovación. El análisis de conglomerados permitió clasificar a los agricultores de acuerdo con la similitud o disimilitud en las innovaciones que adoptan y el equipamiento con el que cuentan. Con esta técnica fue posible obtener tres niveles tecnológicos (Figura 18 y Figura 19).

- Nivel Tecnológico bajo: agricultores que siembran menos de 5 has, limitado acceso a maquinaria, alta demanda de mano de obra familiar y sin acceso a capacitación o asistencia técnica
- Nivel Tecnológico medio: agricultores que siembran más de 5 has, pero menos de 10 has, con algunos de sus procesos mecanizados, pero con demanda de mano de obra familiar y ocasional acceso a capacitación o asistencia técnica
- Nivel Tecnológico alto: agricultores que siembran más de 10 has, uso de maquinaria para la mayoría de sus procesos con acceso a capacitación o asistencia técnica y generación de excedentes de producción.

Figura 18. Agrupamiento de agricultores por nivel tecnológico mediante el método de Ward

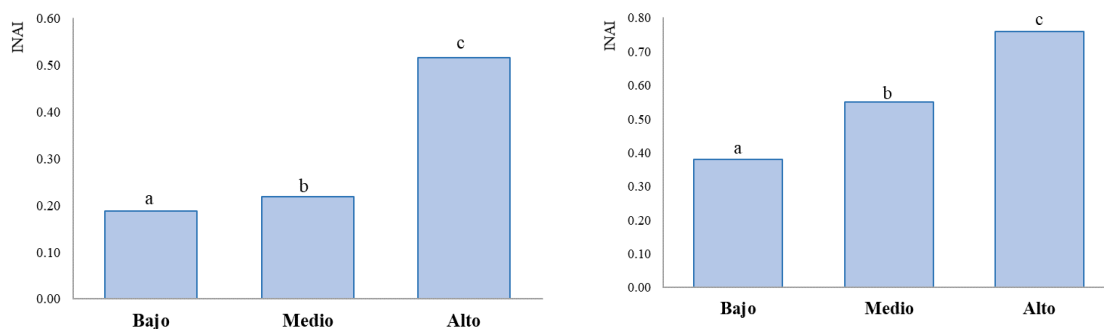


A. Criollo

B. Híbrido.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Figura 19. Índice de adopción de innovaciones de acuerdo con nivel tecnológico



A. Criollo

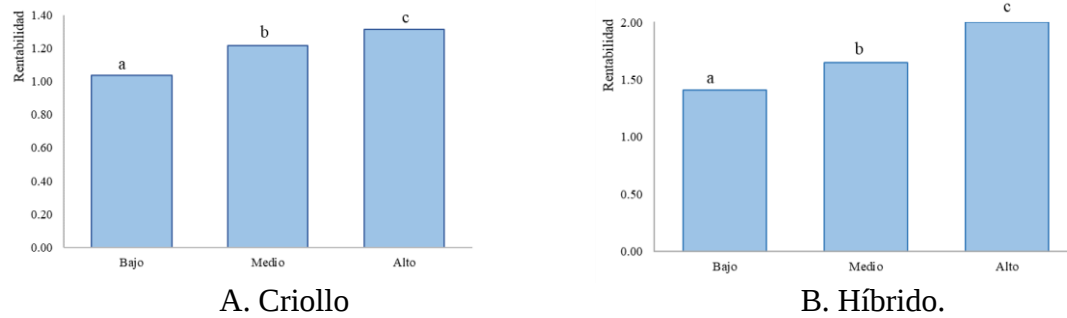
B. Híbrido.

Letras diferentes sobre las barras significan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Los resultados indican que aunque en promedio los sistemas de producción de maíz, presentan indicadores económicos bajos, al desagregarlos por nivel tecnológico es posible identificar la relación positiva entre el INAI con el rendimiento y con la rentabilidad (Figura 20), tal como lo reportan los trabajos publicados por (García-Sánchez, et al. 2011; Aguilar-Gallegos, et al. 2013, 2015).

Figura 20. Rentabilidad de acuerdo con nivel tecnológico



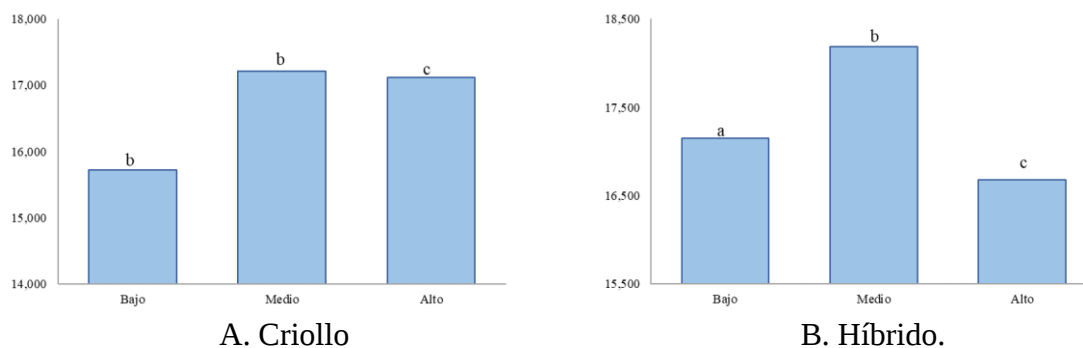
Letras diferentes sobre las barras significan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

Otro hallazgo de esta investigación es que los agricultores con nivel tecnológico medio tienen costos mayores que los de nivel tecnológico alto, y que los costos de los agricultores con nivel tecnológico bajo son en promedio apenas diferentes de los costos de los agricultores de nivel medio (Figura 21). Esto permite inferir que es posible mejorar la eficiencia de las inversiones mediante la gestión de innovaciones de proceso, que tendrían un impacto directo en el rendimiento, en la conservación del suelo y mitigación de los efectos negativos del cambio climático.

Los agricultores que tienen superficies mayores a 5 ha y cuentan con un alto nivel de equipamiento, donde la producción de maíz representa más del 70% de sus ingresos, tienden a usar semillas híbridas respecto a aquellos agricultores que no tienen estas características.

Figura 21. Costos de producción por nivel tecnológico



Letras diferentes sobre las barras significan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de campo

5.2.8. La problemática en la producción de maíz, la mirada de los productores

Los resultados indican que los agricultores entrevistados, perciben dos grandes grupos de factores que han limitado su crecimiento y desarrollo como productores de maíz: a) los factores endógenos, que se refieren a sus propios sistemas de producción y en los cuales sus decisiones son determinantes en el desarrollo de sus procesos, y b) los factores exógenos, que son factores externos, cuya incidencia afecta de forma directa o indirecta a sus sistemas de producción, pero no depende de ellos su incidencia.

Dentro de los factores endógenos, los productores mencionaron: a) bajos rendimientos, b) el limitado acceso a la maquinaria, c) deficiente asistencia técnica o capacitación, factor clave para la incorporación de innovaciones y nuevo conocimiento, los precios bajos de venta de su producción y la pérdida de fertilidad del suelo. Esta problemática coincide con la encontrada por el INEGI (2019) en su Encuesta nacional Agropecuaria (ENA), que señala que de las 69,124 unidades de producción de la encuesta señalaron a los altos costos de insumos y servicios (73.8%), la dificultad para la comercialización debido a precios bajos (33.1%), la falta de capacitación y asistencia técnica (30.8%) y la pérdida de fertilidad del suelo (27.9%), como los principales problemas que enfrentan al interior de sus sistemas de producción.

En cuanto a la pérdida de calidad y fertilidad del suelo, esta tendencia es una realidad que con cada vez más fuerza afecta a los agricultores de temporal, ya que la mayor parte de las más de 13 millones de hectáreas de tierras de labor ubicadas en ladera, se maneja sin protección contra la erosión hídrica. Tampoco se ha protegido a los suelos agrícolas contra el descenso acelerado de su contenido de materia orgánica, ni se ha impulsado la rotación de cultivos (Turrent, et al., 2016).

Por su parte los factores exógenos, el incremento de los costos de producción (insumos como semillas, fertilizantes y combustibles) y los efectos adversos del cambio climático, en específico señalan a la sequía como una de las principales limitantes de su productividad. Este argumento coincide con varios estudios que señalan que se prevé que los efectos globales del cambio climático en la agricultura y en la seguridad alimentaria serán cada vez más negativos, especialmente en las zonas ya vulnerables a las catástrofes y a la inseguridad alimentaria. Un aumento de temperatura de 2 °C, que representa el cambio mínimo predecible para este siglo, llevará a una merma sustancial de la productividad agrícola en los países en desarrollo, hasta de un 4-5% (World Bank, 2010).

Es por ello que una de las estrategias complementarias es buscar que los productores más innovadores compartan el conocimiento que poseen con los menos innovadores a través de la interacción de productor a productor, con lo cual se puede incrementar la masa crítica necesaria para detonar procesos de innovación más eficientes (Aguilar-Gallegos et al. 2013).

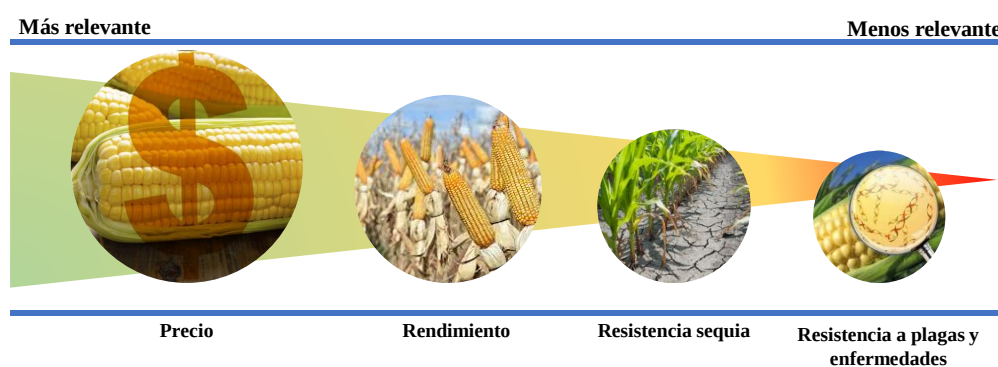
5.3. Los factores de éxito del híbrido H-48 en Tlaxcala y sus limitantes

De acuerdo con Rogers (1962), las velocidad con la que adoptan las innovaciones no solo dependen de los actividades hechas para difundirlas, sino de atributos tales como: costo, ventaja relativa, eficiencia, complejidad y comunicabilidad de la innovación en cuestión.

Retomar esta teoría y la metodología implementada permitió identificar los atributos que como innovación tiene la semilla H-48, y estimar su potencial de adopción. La metodología utilizada en este apartado se describe en los Anexos F y G.

En cuanto a los atributos que los agricultores consideran más importe para adoptar o no esta innovación, los resultados de la investigación indican que el precio accesible de la semilla del H-48 respecto al resto de las semillas disponibles en el mercado, es el atributo con mayor importancia relativa, por arriba de las características agronómicas como el rendimiento, la resistencia a sequia o la resistencia a plagas y enfermedades (Figura 23).

Figura 23. Relevancia de los atributos de las semillas híbridas considerados para su adopción

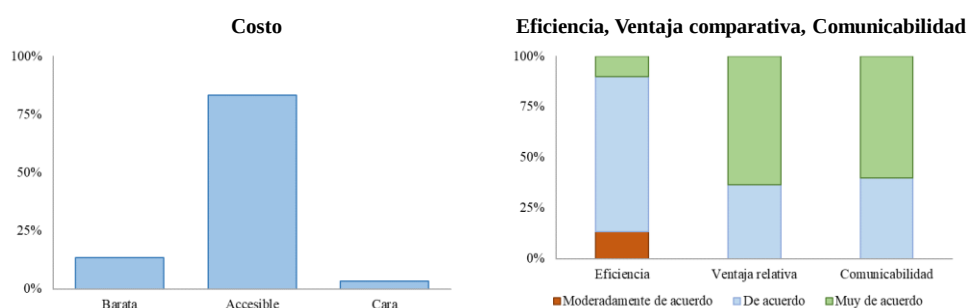


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Al profundizar sobre los atributos de la semilla H-48 que han favorecido su permanencia en el mercado, los resultados indican que la mayoría de los agricultores consideran que el precio es más accesible que el de otras semillas ofertadas por las empresas nacionales o transnacionales (Figura

23). En lo que respecta a la eficiencia de la innovación, es decir, la capacidad de la innovación tiene para cumplir con su objetivo, en este caso incrementar las utilidades que los agricultores (Figura 23), la mayoría de los agricultores coinciden en que, en efecto, el híbrido H-48 mejora las utilidades, al incrementar las toneladas que cosechan por ha, sin aumentar de manera significativa los costos de producción.

Figura 23. Percepción que tienen los agricultores entrevistados de los atributos de las semillas híbridas H-48 (como innovación) que afectan su adopción de acuerdo a Rogers (1976)



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

Al indagar sobre la ventaja relativa de la semilla H-48 sobre las semillas criollas (ver Figura 24), los agricultores entrevistados perciben una serie de beneficios que de no adaptarla no tendrían, tales como: mayores rendimientos tanto de grano como de forraje, menores pérdidas por la caída de plantas (acame), mayor tiempo de almacenaje.

En cuanto a la facilidad con la que la innovación se comunica al resto del sistema social, es decir su comunicabilidad, todos los agricultores coinciden en que es muy fácil compartir esta innovación con sus pares (ver Figura 24), pues la semilla es fácil de encontrar en el mercado y su uso no requiere de adquirir conocimientos especializados.

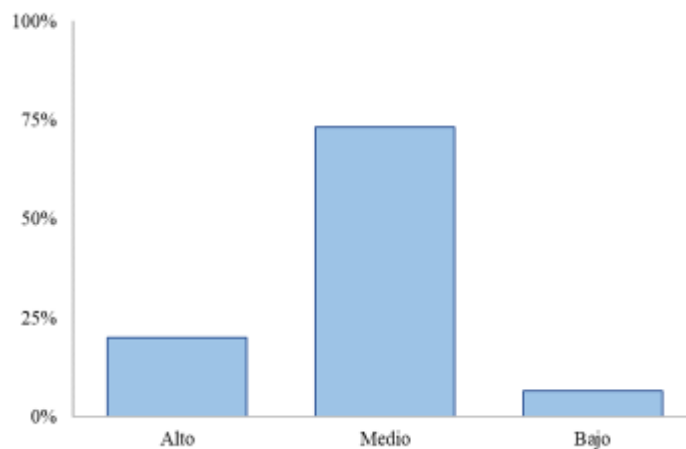
En investigaciones consultadas para esta investigación, que analizan el proceso de difusión y adopción de innovaciones hechas por López (2004), Muñoz, et al. (2004), García (2012) y Vargas, et al. (2015), los autores ponen énfasis en los procesos de difusión, mientras que los atributos de las innovaciones se revisan de forma secundaria. De esta manera el presente trabajo contribuye al conocimiento que se tiene sobre los factores que frenan o aceleran la adopción de

innovaciones, al proponer una metodología para analizar los atributos señalados por Rogers (1962) que afectan la adopción de innovaciones.

La metodología implementada permitió medir el potencial de adopción de la semilla H-48, utilizando los atributos propuestos por Rogers (1962) y la percepción que los agricultores tiene sobre ellos. De esta manera al evaluar cada uno de los atributos del H-48, se determinó que su potencial de adopción es Medio (Figura 24).

Este potencial del H-48 se explica porque a pesar de la aparición de semillas con mayor potencial productivo, el H-48 sus atributos como costo, eficiencia o ventaja relativa compensan la diferencia en las toneladas por ha. que obtendrían si usaran las semillas alternativas y disponibles en el mercado, lo que la hizo la primera opción para agricultores que destinan su producción al mercado.

Figura 24. Potencial de adopción de la semilla H-48 de acuerdo con la evaluación que hacen los agricultores de sus atributos



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de campo.

5.4. Necesidades de innovaciones de proceso por nivel tecnológico.

El análisis canónico discriminante permitió clasificar a los agricultores de acuerdo al resultado del análisis de conglomerados (ver Figura 18), e identificar la tendencia en la adopción de innovaciones en cada grupo. De esta manera fue posible identificar las áreas de mejora en los procesos de producción en cada nivel tecnológico que pueden ser atendidas vía procesos de capacitación y

asistencia técnica orientadas a la implementar innovaciones de proceso (Cuadro 8 y Cuadro 9). La metodología utilizada en este apartado se describe en el Anexo D.

La evidencia empírica sugiere que se requiere de una gestión de la innovación diferenciada, de acuerdo con las capacidades técnicas y económicas de los agricultores que no están vinculados al mercado o que tienen escasos excedentes que comercializan. Diversos estudios indican que las estrategias de capacitación y asistencia basada en la interacción entre agricultores acelera la adopción de nuevas prácticas, por ello en los tres niveles se propone promover la gestión de la interacción entre los agricultores mediante eventos demostrativos y giras de intercambio tecnológico, que al facilitar la interacción entre agricultores y otros actores se acelera la adopción de nuevas prácticas agrícolas (Fallis, 2013; Larqué-Saavedra et al. 2014), en ese sentido resulta clave la gestión de la interacción con intermediarios de la innovación como extensionistas, quienes pueden introducir nueva información y conocimientos y así incrementar la innovación (Ardila, 2010; Aguilar-Gallegos et al. 2015).

Cuadro 8. Innovaciones de proceso a implementar de acuerdo al nivel tecnológico para los sistemas de producción de maíces criollos

Nivel tecnológico	Acciones estratégicas de gestión de la innovación
Nivel bajo	Difundir e implementar innovaciones de alto impacto y bajo costo, con soporte técnico especializado y profesional. Las técnicas y procesos de producción claves son: la calibración de maquinaria y equipos, la fertilización a la siembra y fraccionada por etapa fenológica, la elaboración y uso de bioinsumos, involucrar investigadores y expertos para difundir y adoptar técnicas de selección y mejoramiento genético <i>in situ</i> y mejorar las técnicas de conservación de semillas criollas.

Nivel tecnológico	Acciones estratégicas de gestión de la innovación
Medio	Para este nivel tecnológico es necesario poner énfasis en la acelerar el flujo de conocimiento e información y reforzar la articulación con otros actores del sistema de innovación, por lo que se propone la creación de parcelas escuela, con soporte técnico especializado y profesional. Las innovaciones clave son: Uso de maquinaria especializada, uso eficiente de fertilizantes y biofertilizantes basado en análisis de suelo, así como en el reciclaje de nutrientes. Control de malezas eficiente mediante el control mecánico y químico.
Alto	Para este nivel tecnológico se propone articulación con organizaciones de financiamiento e investigación, contribuir a superar las barreras que algunas innovaciones presentan, ya que se proponen innovaciones complejas como el análisis de suelo y su interpretación para el diseño de planes de nutrición vegetal, la adaptación o desarrollo de maquinaria que faciliten la cosecha y la mínima labranza e integración de rastrojos y mejoradores de suelo.

Fuente: elaboración propia

Cuadro 9. Innovaciones de proceso a implementar de acuerdo al nivel tecnológico para los sistemas de producción de maíces híbridos.

Nivel tecnológico	Acciones estratégicas de gestión de la innovación
Bajo	Difundir e implementar innovaciones de alto impacto y costo medio, con soporte técnico especializado y profesional, que permita reducir los impactos ambientales negativos, mediante el uso de insumos bioselectivos y orgánicos o de baja toxicidad. Las técnicas y procesos de producción claves son: la labranza mínima o reducida, el subsoleo, la integración de rastrojos enriquecidos y/o mejoradores de suelo y desarrollar estrategias de apertura de mercados y esquemas organizativos para la venta consolidada de su producción directa a los consumidores. Es importante buscar la vinculación con investigadores y expertos para retroalimentar con su experiencia y necesidades identificadas, las características deseables de las próximas variedades de semillas híbridas.

Nivel tecnológico	Acciones estratégicas de gestión de la innovación
Medio	Para este nivel tecnológico es necesario. Las innovaciones clave son: la labranza mínima o reducida, el muestreo y análisis de suelos, permita la formulación de la dosis de fertilización, con meta de rendimiento establecida. La nutrición vegetal integral se sugiere sea complementada mediante la elaboración y uso de abonos orgánicos y biofertilizantes, para favorecer el uso eficiente de las fuentes de nutrición y el reciclaje de nutrientes. La vinculación con expertos e investigadores es fundamental para la resolución de la problemática, técnica, pero también de las áreas organizativas, administrativas y de comercialización.
Alto	Para este nivel tecnológico se propone énfasis en el área de comercial y el desarrollo de mercados. Mediante la promoción de mecanismos de financiamiento y de organización para incorporar sus empresas agrícolas a nuevos mercados en condiciones de competitividad y rentabilidad. Se favorecerá, mediante esquemas asociativos, generar alternativas de aseguramiento agrícola, de comercialización y acceso a financiamiento, que mitiguen el riesgo de pérdida, ante el incremento de precios de insumos, la variación de precios internacionales del grano y los efectos climáticos adversos. En el área técnica se propone intensificar el uso de insumos orgánicos y/o biológicos como abonos verdes, abonos orgánicos, mejoradores, complejos microbianos, entre otros, para mantener y mejorar la calidad del suelo.

Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

La investigación permitió responder a las preguntas de investigación planteadas, en lo que respecta a la pregunta que da cuenta de cómo ha sido la trayectoria tecnológica de la producción de semilla H-48, los resultados muestran que se trató de un proceso largo, impulsado en un inicio por dos organizaciones de investigación: la Fundación Produce y el INIFAP, con escasos recursos financieros humanos. Es hasta que la SAGARPA se involucra asignando recursos financieros, técnicos y relacionales, que el proceso de innovación se acelera. Con la apertura de este nuevo mercado de semillas se atrajo a las empresas semilleras nacionales y transnacionales, que desplazaron a las semilleras locales, frenando el proceso de expansión de la innovación impulsada por la Fundación Produce y el INIFAP años atrás.

Respecto a la segunda pregunta de investigación, los resultados de la investigación permitieron identificar los factores que determinaron la trayectoria tecnológica de la producción de semillas H-48, estos fueron: i) la interacción de diversos tipos de actores públicos y privados permitieron llevar a cabo una innovación institucional, pues formaba parte de los programas gubernamentales de fomento agrícola, ii) la difusión y adopción de innovaciones relacionadas con la nutrición vegetal y maquinaria agrícola especializada permitió aprovechar todo el potencial productivo de estas semillas, favoreciendo el establecimiento de nuevas empresas proveedoras de insumos y maquinaria, iii) los agricultores con menor aversión al riesgo adoptaron rápidamente esta innovación, incrementando la demanda de semillas mejoradas, favoreciendo la creación de varias empresas locales dedicadas a su producción y distribución, iv) las ventajas agronómicas y económicas del H-48 facilitaron su adopción y permanencia en el mercado por más de 20 años.

En la tercera pregunta de investigación, los resultados indican que en general los atributos que diferencian a los agricultores que adoptan semillas híbridas con respecto a los que no lo hacen están relacionados con: i) una mayor infraestructura productiva, que incluye mejor equipamiento e infraestructura, mayor superficie cultivable (propia y/o rentada) y disponibilidad de capital para sus inversiones, ii) un mayor nivel educativo, iii) mejores recursos relacionales, con agentes de investigación, funcionarios, proveedores de maquinaria e insumos y asesores técnicos y iv) una mayor diversificación y acceso a fuentes de información y conocimiento.

La metodología aplicada permitió identificar los atributos relacionados con los costos, eficiencia, ventaja relativa, complejidad, comunicabilidad de la semilla H-48 que han favorecido o frenado su

difusión y adopción. De esta manera, la investigación reveló que al incorporar la semilla H-48, sin modificar radicalmente sus procesos productivos, los agricultores adoptantes incrementaron de forma significativa sus rendimientos, haciendo que invertir en esta semilla fuera rentable.

En relación a los atributos que han facilitado la adopción del H-48, los resultados de la investigación señalan la baja complejidad para adoptar el H-48, en términos de capacidades técnicas y conocimientos adicionales necesarios para su integración a los sistemas de producción, además de sus ventajas agronómicas intrínsecas, como: que las plantas se adaptan al manejo agronómico que los agricultores hacen de manera habitual, requieren menos días para llegar a su punto de cosecha que los maíces criollos, se desarrollan mejor que los híbridos más sofisticados bajo condiciones climáticas locales y son tolerantes a condiciones climáticas; en cuanto a su costo, los resultados indican que fue y sigue siendo accesible a agricultores de diferentes escalas. Respecto a la ventaja relativa, se encontró que el H-48 tiene rendimientos por arriba de los que se obtienen con maíz criollo y este rendimiento no es tan lejano de los mejores rendimientos obtenidos con materiales híbridos de mayor potencial productivo disponibles en el mercado.

La investigación también permitió identificar los factores que afectaron de forma negativa la trayectoria tecnológica del H-48, a saber: las malas prácticas comerciales que las empresas semilleras nacionales y transnacionales implementaron para ganar espacio en el mercado local de semillas y la falta de regulación y evaluación de las variedades por parte de las dependencias correspondientes, que desplazaron la oferta de las semillas producidas de manera local, reduciendo la capacidad de estas empresas para mantenerse en el mercado. Un factor muy importante que frenó el proceso de innovación genética agrícola a nivel local, fueron los insuficientes recursos públicos destinados a la investigación y desarrollo, de seguir esta situación, en futuro próximo cercano, las semillas ofertadas en la región serán desarrolladas en ambientes y condiciones diferentes, generadas por las grandes empresas transnacionales, aumentando el riesgo de no contar con variedades que no alcancen su potencial productivo y el cierre de empresas semilleras locales.

Los efectos negativos del cambio climático en la agricultura son cada vez más evidentes, por ejemplo, el patrón, tanto en frecuencia como en intensidad, de lluvias se ha modificado, aumentando las afectaciones en el cultivo de maíz por inundaciones o sequías; esta situación ha aumentado el nivel de incertidumbre en esta actividad, obligando a los agricultores a reducir la superficie que destinan a la producción del maíz. Revertir esta tendencia requiere de activar

procesos de innovación genética agrícola, en alianzas público-privadas, para desarrollar variedades capaces de mitigar los efectos negativos del cambio climático y acelerar los procesos de difusión y adopción

Acelerar los procesos de difusión y adopción de innovaciones genéticas, y en general de cualquier otra índole, requiere que los territorios cuenten con servicios de asistencia técnica profesional y especializada, que sean capaces de traducir y adoptar los avances científicos y tecnológicos a las condiciones agroclimáticas, sociales y económicas propias de cada territorio, y gestionen las redes sociotécnicas para mejorar el acceso a conocimiento e información a todos los agricultores, independientemente de su escala de producción.

Los resultados de esta investigación aportan evidencia empírica a las teorías relacionadas con la innovación, desarrolladas por Schumpeter, Lundvall o Michelle Callon, que han señalado la importancia de la innovación como palanca para el crecimiento económico de las empresas y de las regiones. En América latina los estudios de Ciencia, tecnología e innovación han cobrado particular importancia en los años recientes, teniendo como referentes a Carlota Pérez, Rosalba Casas, Gabriela Dutrénit o Antonio Arellano, entre otros, quienes se encuentran reformulando las posturas teóricas dominantes para adaptarlas a los contextos políticos, económicos, sociales y culturales latinoamericanos, por lo que es necesario continuar con este tipo de estudios con el objetivo de entender mejor los procesos de innovación.

Por otro lado, para algunos investigadores los procesos de innovación deben ser conducidos por los agentes privados (de cualquier escala) sin la intervención de actores externos, como por el ejemplo el gobierno u organizaciones no gubernamentales, los resultados de este trabajo permiten señalar la importancia y el impacto de las alianzas público-privadas para activar procesos de innovación que impacten de manera positiva en los pequeños y medianos productores, que de otra manera quedarían aislados de las fuentes de conocimiento e información claves, no solo para mejorar la productividad en aquellos agricultores vinculados al mercado, sino también para contribuir a la seguridad alimentaria de los pequeños agricultores.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR-GALLEGOS, Norman et al. 2015. "Information networks that generate economic value: A study on clusters of adopters of new or improved technologies and practices among oil palm growers in Mexico". *Agricultural Systems* 135, 122–32.
- AGUILAR-GALLEGOS, Norman et al. 2016. "Análisis de redes sociales para catalizar la innovación agrícola: de los vínculos directos a la integración y radialidad". *Estudios Gerenciales* 32(140), 197–207.
- AGUILAR-GALLEGOS, Norman, Manrubbio MUÑOZ-RODRÍGUEZ, Vinicio Horacio SANTOYO-CORTÉS y Jorge AGUILAR-ÁVILA. 2013. "Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales". *Teuken Bidikay* (4), 207–28.
- AGUILAR ÁVILA, Jorge, J. Reyes ALTAMIRANO CÁRDENAS y Roberto RENDÓN MEDEL. 2010. *Del extensionismo agrícola a las redes de innovación rural*. Primera. Editado por Vinicio Horacio Santoyo Cortés. Texcoco, estado de México.
- AGUILAR ÁVILA, Jorge y Vinicio Horacio SANTOYO CORTÉS. 2015. *Modelos alternativos de capacitación y extensión comunitaria*. Primera. Editado por Gloria Villa, Hernández. Texcoco, Estado de México: CLAVE Editorial.
- AGUILAR, Gallegos Norman, Rodríguez Manrubbio MUÑOZ, Cortrés V. Horacio SANTOYO y Ávila Jorge AGUILAR. 2013. "Influencia del perfil de los productores en la adopción de innovaciones en tres cultivos tropicales". *Teuken Bidikay* 4, 207–28.
- ALMAGUER-VARGAS, Gustavo y Alma Velia AYALA-GARAY. 2014. "ADOPTION OF INNOVATIONS IN 'PERSIAN' LEMON (*Citrus latifolia* Tan.) IN TLAPACOYAN, VERACRUZ. USE OF LOGBOOK". *Revista Chapingo Serie Horticultura* XX(1), 89–100.
- ARDILA, Jorge. 2010. *Extensión rural para el desarrollo de la agricultura y la seguridad alimentaria*. San José, C.R: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).
- ARELLANO HERNÁNDEZ, Antonio. 1999. *La producción social de los objetos técnicos agrícolas: Antropología de la hibridación del maíz y de los agricultores de los valles altos de México*. Primera. Estado de México: Universidad Autónoma del Estado de México. Disponible en: <http://www.amazon.com/dp/9688354244>.
- ARELLANO HERNÁNDEZ, Antonio. 2003. "La sociología de las ciencias y las técnicas de Michel Callon y Bruno Latour". En Jorge LEDESMA, OCAMPO, Elia PATLÁN MARTÍNEZ, y Antonio ARELLANO HERNÁNDEZ (eds.). *Un debate abierto. Escuelas y tendencias sobre la tecnología*. México: UACH/CIESTAAM, 87–103.
- AROCENA, Rodrigo y Judith SUTZ. 2001. "Desigualdad, tecnología e innovación en el desarrollo latinoamericano". *Iberoamericana* 1(1), [en línea], 29–49. Disponible en: <http://www.jstor.org/stable/41673833>.
- ARTEAGA, Edgar. 2013. "Los clásicos - Joseph Schumpeter y su influencia en la economía del cambio tecnológico". *Debate Económico* 2(5), [en línea], 142–61. Disponible en: <http://132.248.9.34/hevila/DebateeconomicoMexicoDF/2013/vol2/no5/7.pdf%0Ahttp://laes.org.mx/wp-content/uploads/2013/12/07.-Los-clasicos.pdf>.
- ASHEIM, Bjørn y Michael DUNFORD. 1997. "Futuros regionales". *Estudios regionales* 31(5), 445–55.
- ÁVILA FRANCISCO, CASTAÑEDA YOLANDA, MASSIEU YOLANDA, Noreiro Lucio y González Arcelia. 2014. "Los productores de maíz en Puebla ante la liberación de maíz genéticamente modificado". *Sociológica* 45–81.

- BANCO MUNDIAL. 2008. *World development report 2008: Agriculture for Development*. Washington D.C. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/INTWDRS/Resources/477365-1327599046334/8394679-1327614067045/WDROver2008-ENG.pdf>.
- BERCOVICH, Nestor y Jorge KATZ. 2015. “Innovación Genética, esfuerzos públicos de investigación y desarrollo y la frontera tecnológica internacional: nuevos híbridos en el INTA”. *Desarrollo económico* 28(110), 209–43.
- BIRNER, Regina et al. 2009. “From Best Practice to Best Fit: A Framework for Designing and Analyzing Pluralistic Agricultural Advisory Services Worldwide”. *The Journal of Agricultural Education and Extension* 15(4), 341–55.
- BORGATTI, S. P. 2002. *NetDraw: Graph Visualization Software*. Lexington, KY: Harvard, Analytic Technologies.
- BRIEVA, Susana Silvia. 2006. *Dinámica socio-técnica de la producción agrícola en países periféricos: configuración y reconfiguración tecnológica en la producción de semillas de trigo y soja en Argentina, desde 1970 a la actualidad*. Facultas latinoamerica de Ciencias Sociales. Sede academica Argentina.
- BRIONES-RUÍZ, Gregorio et al. 2021. “Los vínculos sociales y la adopción de buenas prácticas de producción entre productores de café en Zongolica, Veracruz, México”. *CIENCIA ergo-sum* 28(2), e120.
- BROWNE, K. 2005. “Muestreo de bolas de nieve: uso de las redes sociales para investigar a mujeres no heterosexuales”. *Revista internacional de metodología de la investigación social* 8(1), 47–60.
- BUESA, M., T. BAUMERT, J. HEIJS y M. MARTÍNEZ. 2002. “Los factores determinantes de la innovación: un análisis econométrico”. *Economía Industrial* 347(67), 84.
- CALLON, Michel. 2001a. “Redes tecno-económicas e irreversibilidad”. *Redes (Quilmes)* 8(17), 83–126.
- CALLON, Michel. 2001b. “Cuatro modelos de dinámica de la ciencia. In A. Ib (Eds.), *rid: Biblioteca Nueva*.” En A. IBARRA y J.A. LÓPEZ CERESO (eds.). *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*. Madrid, España: Biblioteca Nueva, 27–70.
- CAMBEROS CASTRO, Mario. 2000. “La seguridad alimentaria de México en el año 2030”. *Ciencia Ergo Sum* 7(1), 49–55.
- CARLSSON, B. y S JACOBSON. 1997. “Diversity Creation and technological Systems: A Technology Policy Perspective”. En C. ESQUIST (ed.). *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London: Pinter, 266–94.
- CASTELLS, Manuel. 1999. “La era de la Información. Economía, Sociedad y Cultura”. En *La sociedad Red, Vol. I*. Ciudad de México: Siglo XXI.
- CEDRSSA. 2019. “Producción de Granos Básicos y suficiencia alimentaria 2019-2024”.
- CEPAL/FAO/IICA. 2011. “Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe”.
- CHRISTOPLOS, I. 2010. *Cómo movilizar el potencial de la extensión agraria y rural*. Roma, Italia.
- CONABIO-INIFAP. 2015. “Conocimiento de la diversidad y distribución actual del maíz nativo y sus parientes silvestres en México, segunda etapa 2008-2009”.
- CONAPO. 2015. “Proyecciones de la población 2010-2050”. *México en cifras* [en línea]. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones>.
- COTEC. 2007. *La Persona Protagonista de la Innovación*. Barranco,. Madrid, España: Fundacion COTEC para la Innovación tecnológica.

- DAGNINO, Renato. 2010. "Trayectorias de los Estudios sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad, y de la Política Científica y Tecnológica en Ibero-América". *Argumentos de razón técnica, Revista española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología*, 1(13).
- DAMIÁN, Huato Miguel angel et al. 2009. "Estrategias de reproducción social de los productores de maíz de Tlaxcala". *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)* 17(34), 111–46.
- DAMIÁN HUATO, Miguel Ángel et al. 2007. "Tecnología agrícola y territorio: el caso de los productores de maíz de Tlaxcala, México." *Investigaciones Geográficas* 63(63), 36–55.
- DAMIÁN HUATO, Miguel Ángel et al. 2016. "Hombres y mujeres en la producción de maíz: un estudio comparativo en Tlaxcala". *Región Y Sociedad* 20(42).
- DELGADILLO-RUIZ, Olivia et al. 2016. "Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México". *Acta Universitaria* 26(3), 23–32.
- DÍAZ-JOSÉ, Julio et al. 2016. "Innovation Diffusion in Conservation Agriculture: A Network Approach". *The European Journal of Development Research* 28(2), 314–29.
- DÍAZ, CISNEROS HELIODORO; JIMÉNEZ, SÁNCHEZ LEOBARDO; J. LAIRD, REGGIE Y TURRENT, Fernández Antonio. 1999. *El Plan Puebla: 25 Años de Experiencias: 1967-1992. Análisis de una estructura de desarrollo de la agricultura tradicional. Colegio de Postgraduados*. Montecillo, México: Colegio de Postgraduados.
- DOPFER, Kurt. 2006. "The origin of meso-economics Schumpeter's legacy". *Papers on Economics and Evolution* (0610), 1–44.
- DOWSWELL R., Christopher, L. PALIWAL RIPUSAN y Ronald CANTRELL P. 2019. *Maize in the third world*. CRC Press.
- DREJNER, L. 2002. "Situation for innovation managment: toward a contingency model". *European Journal of Innovation Management* 5(1), 4–17.
- DRUCKER, Peter. 1985. "The Discipline of Innovation". *Harvard business Review* May-Jun.
- DRUCKER, Peter F. 2004. "La disciplina de la innovación". *Harvard business review* 1–5.
- EASTERLING, D. R. et al. 2000. "Climate extremes: observations, modeling, and impacts". *Sci* 289(5487), 2068–74.
- EDQUIST, C. 1997. *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*. London. Primera. London: Pinter.
- EGEA FERNÁNDEZ, José M, José M EGEA SÁNCHEZ, Isabel EGEA SÁNCHEZ y Diego RIVERA NÚÑEZ. 2015. *Cultivos promisorios para enfriar el clima y alimentar al mundo*. Disponible en: <https://www.agroecologia.net/wp-content/uploads/2015/11/libro-cultivos-promisorios.pdf>.
- ESCORSA CATELLS, Pere y Jaume VALLS PASOLA. 2003. *Tecnología e innovación en la empresa*. Editado por Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona: UPC. Disponible en: http://discovery.uoc.edu/iii/encore/record/C__Rb1052896__Stranformaci%F3n digital__Orightresult__U__X3?lang=spi.
- ESPINOSA, Aleandro, Margarita TADEO, Antonio TURRENT y Noel GÓMEZ. 2009. "El potencial de las variedades nativas y mejoradas de maíz". *Ciencias* 92(93), 118–25.
- ESPINOZA, Alejandro, Mauro SIERRA y Noel GÓMEZ. 2003. "Producción y tecnología de semillas mejoradas de maíz por el INIFAP en el escenario sin la PRONASE". *Agronomía Mesoamericana* 14(1), 117–21.
- FALLIS, A.G. 2013. *Del extensionismo a g r í c o l a a las redes de innovación rural*. Primera ed. Editado por Jorge Aguilar Ávila, J. R. Altamirano Cárdenas y Roberto Rendón Medel. *Journal of Chemical Information and Modeling*, vol. 53. Chapingo, México: Universidad Autónoma Chapingo - CUESTAAM.
- FAO. 2021. "Sistemas alimentarios". [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/food->

systems/es/.

- FORTINELE TAHIN, ELDA; NUNES DAMACELO, MARLENE; FERNANDEZ DE ARAÚJO JUNIOR, Inácio. 2014. "Trayectoria Tecnológica de la industria del camarón en el nordeste de Brasil" 23(3), 9–32.
- FOSTER, Richard y Sarah KAPLAN. 2001. *Creative Destruction: why Companies that are built to last underperform the Market—and how to successfully transform them*. primera. New York: Currency.
- FRANCO, B. Y RUIZ, C. 2018. "Análisis de redes sociales, para un sistema de innovación generado a partir de un modelo de simulación basado en agentes". *TecnoLógicas Instituto Tecnológico Metropolitano* 22(44), 21–44.
- FREEMAN, Christopher. 1975. "Curso de Economía Moderna. La Teoría Económica de la innovación industrial". *Alianza*.
- FREEMAN, Christopher. 1993. *El Reto de la Innovación. La Experiencia Japonesa*. Primera. Caracas, Venezuela: Editorial Galac.
- FREIRE, A. C. y M. BALDI. 2014. "Processo inovativo e indicadores estruturais: Posição dos actores y trayectoria tecnológica na rede de carcinicultura Potiguar". *Organizaciones y sociedades* 21(69), 235–54.
- GARCÍA-SALAZAR, J. Alberto y Rocío RAMÍREZ-JASPEADO. 2014. "El mercado de la semilla mejorada de maíz (*Zea mays* L.) en México. Un análisis del saldo comercial por entidad Federativa." *Revista fitotecnica mexicana* 37(1), 69–77.
- GARCÍA-SANCHEZ, Edgar Iván, Jorge AGUILAR-ÁVILA y Roberto BERNAL-MUÑOZ. 2011. "La agricultura protegida en México: La Adopción de Innovaciones y el Nivel de Equipamiento como Factores para su Categorización". *Teuken Bidikay* (2), 193–212.
- GARCÍA-SÁNCHEZ, Edgar Iván, Juan Manuel VARGAS-CANALES, María Isabel PALACIOS-RANGEL y Jorge AGUILAR-ÁVILA. 2019. "Sistema de innovación como marco analítico de la agricultura protegida en la región centro de México". *Cuadernos de Desarrollo Rural* 15(81), 1–24.
- GARCÍA COOK, A. 1974. *Una secuencia cultural para Tlaxcala*. Puebla, México.
- GARCÍA SÁNCHEZ, Edgar Iván. 2012a. "El sistema Regional de Innovación en la agricultura protegida de Tlaxcala". *Journal of Chemical Information and Modeling*.
- GARCÍA SÁNCHEZ, Edgar Iván. 2012b. "Sistema regional de innovación en la agricultura protegida de Tlaxcala". *Ciestaam* 142.
- GARRIDO-RUBIANO, María Fernanda et al. 2017. "Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano: Estudio de sus atributos y prácticas agrícolas". *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 18(1), 7–23.
- GARZA NAVARRO, Hermilio y Christian PRAT. 1996. "IX. Habilitación agrícola de los tepetates de los valles de México y de Tlaxcala". En *El Campo mexicano: una modernización a marchas forzadas*. 253–91.
- GERMÁN-SOTO, V, L. GUTIÉRREZ y S. TOVAR. 2009. "Factores y relevancia geográfica del proceso de innovación regional en México, 1994-2006". *Estudios económicos* 24(2), 225–48.
- GIRÓN, Alicia. 2000. "Schumpeter: Aportaciones al pensamiento económico". *Comercio Exterior* (Diciembre), [en línea], 1077–84. Disponible en: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/41/7/RCE.pdf>.
- GLOBAL AGRICULTURAL PRODUCTIVITY (GAP). 2020. "Productivity in a time of pandemics. 2020 Executive summary". [en línea]. Disponible en: https://globalagriculturalproductivity.org/wp-content/uploads/2019/01/2020-GAP_Report_Exec-Summary-1.pdf.

- GÓMEZ-MEJÍA, A. 2017. "The concept of Technology in the History of Economic Thought. From the Classics to Schumpeter, Evolutionism and today". *Libre empresa* 14(2), [en línea], 199–214. Disponible en: <https://doi.org/dx.doi.org/10.18041/libemp.2017.v14n2.28210>.
- GÓMEZ OLIVER, Luis y Angélica TACUBA SANTOS. 2017. "La política de desarrollo rural en México. ¿Existe correspondencia entre lo formal y lo real?" *ECONOMÍAunam* 14(42), 93–117.
- GONZÁLEZ, Arcelia y Yolanda CASTAÑEDA. 2012. "La trayectoria tecnológica de los biocombustibles en Brasil y México . Dos historias contrastantes". *Sociedades rurales, producción y medio ambiente* 12(24), 3–36.
- GONZÁLEZ, E G Martínez et al. 2017. "Adopción de buenas prácticas de producción de miel en Yucatán , México Adoption of good practices in honey pr|oduction in Yucatan , Mexico Adoption of good practices in honey production in Yucatan , Mexico". *Livestock Research for Rural Development* 29(6), 1–6.
- GONZÁLEZ JÁCOME, Alba. 2013. "El manejo del agua y algunos elementos de la agricultura en Tlaxcala". *Perspectivas Latinoamericanas* (10), [en línea], 69–82. Disponible en: https://nanzan-u.repo.nii.ac.jp/index.php?action=pages_view_main&active_action=repository_action_common_download&item_id=465&item_no=1&attribute_id=22&file_no=1&page_id=13&block_id=21.
- GONZÁLEZ, M., J.A. LÓPEZ-CEREZO y J. LUJÁN. 1996. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*. Madrid, España: Editorial Tecnos.
- GOODMAN, L., A. 1961. "Muestreo de bolas de nieve. Los anales de la estadística matemática".
- GROSSMAN, G. y E. HELPMAN. 1990. "Trade, Innovation and Growth". *The American Economic Review* 80(2), 86–91.
- GUZMÁN, SORIA EUGENIO; DE LA GARZA, CARRANZA MARÍA TERESA; GONZALEZ, FARIAS JOSÉ PORFIRIO Y HERNÁNDEZ, Martínez Juvencio. 2014. "Análisis de los costos de producción de maíz en la Región Bajío de Guanajuato". *Análisis Económico* 29(70), 145–56.
- HILBERT, Martin. 2009. "La reciente onda larga del desarrollo humano". En Martin HILBERT y Osvaldo CAIRÓ (eds.). *¿Quo vadis, tecnología de la información y de las comunicaciones?. Conceptos fundamentales, trayectorias tenológicas y estado del arte de los sistemas digitales*. Colombia: CEPAL, 3–11. Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/32833>.
- VON HIPPEL, E. 1988. *The sources of innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- HODGSON GEOFFREY, Martin. 1997. *Economics and Evolution*. Editado por In Jan Reijnders. Cheltenham.
- IGARTUA ARREGUI, Ernesto. 2019. "Presente y futuro de la mejora genética de la cebada en las Jornadas Técnicas de la AETC." *Asociació española de técnicas cerealistas* [en línea]. Disponible en: https://digital.csic.es/bitstream/10261/210146/1/IgartuaE_Entrevista-31JornTecnicasAETC_2019.pdf.
- IICA. 2014. "La innovación en la agricultura: un proceso clave para el desarrollo sostenible". *IICA* [en línea]. Disponible en: <http://opackoha.iica.int/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=45>.
- INCYTU. 2018. *Edición genética en agricultura*. Incytu. Ciudad de México.
- INEGI. 2019. *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019*. Ciudad de México. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ena/2019/doc/rrdp_ena2019.pdf
- INEGI. 2020. "Anuario Estadístico de Tlaxcala 2020" 65803.

- INIFAP. 2004. *Justificación para la no desincorporación del INIFAP, propuesta por el ejecutivo federal a través del proyecto de presupuesto de egresos de la federación para el ejercicio fiscal 2004*.
- KEYNES, J.M. 1936. "The General Theory of Employment, Interest, and Money."
- KÖHLER, Holm-Detlev. 2007. "Warum arbeiten wir immer noch am Fließband? Zum QWERTY-Effekt in Produktionssystemen". *Zeitschrift für arbeitswissenschaft* 61(1), 59–66.
- KÖHLER, Holm-Detlev y Sergio GONZÁLEZ BEGEGA. 2014. "Elementos para un concepto sociológico de innovación". *EMPIRIA. Revista de Metodología de las Ciencias Sociales* septiembre(29), 67–88.
- LARQUÉ-SAAVEDRA, Bertha et al. 2014. "Transferencia de tecnología: el programa de trigo del CEVAMEX-INIFAP en Tlaxcala, México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 5(7), 1301–16.
- LARQUÉ SAAVEDRA, Bertha Sofía et al. 2017. "Experiencias de los productores de semillas de maíz híbrido del INIFAP en el mercado de Tlaxcala". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(7), 1469.
- LAZOS CHAVERO, Elena. 2014. "Consideraciones socioeconómicas y culturales en la controvertida introducción del maíz transgénico: el caso de Tlaxcala". *Sociológica* 29(83), 201–40.
- LIU, Yong, Robert F. LUSCH, Yubo CHEN y Jurui ZHANG. 2018. "The emergence of innovation as a social process: Theoretical exploration and implications for entrepreneurship and innovation". En *World Scientific Reference On Innovation*. 163–94.
- LLENBERGER, J. Y FLÖTTERÖD, G. 2012. "Estimación de las propiedades de la red a partir de datos muestreados por bolas de nieve". *Redes Sociales* 34(4), 701–11.
- LÓPEZ, Giovanni. 2004. "La Innovación: Un Proceso Socialmente Distribuido." *Scientia et Technica* 2(25), 197–202.
- LÓPEZ PEREIRA, Miguel A. y Joao Carlos GARCÍA. 1997. *Las industrias de la semilla de maíz en Brasil y México: Desempeño a terior , problemas actuales y perspectivas para el futuro*. Primera. México: CIMMYT.
- LUNA-MENA, Bethel Marina, J. Reyes ALTAMIRANO-CÁRDENAS, Vinicio Horacio SANTOYO-CORTÉS y Roberto RENDÓN-MEDEL. 2017. "Factores e innovaciones para la adopción de semillas mejoradas de maíz en Oaxaca". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (15), 2995.
- LUNA FLORES, Maximino y José Ricardo GUTIERREZ SÁNCHEZ. 1998. "Mejoramiento Genético del maíz en Mexico: el largo camino de la obtención de semillas mejoradas". *Agricultura Técnica en México* 24(2).
- LUNA M., César del C. 1993. *Cambios en el aprovechamiento de los recursos naturales del suroeste de Tlaxcala*. Colegio de Postgraduados.
- LUNDVALL, Bengt-Åke. 1992. *National Systems of Innovation*. London: Pinter.
- LUNDVALL, Bengt-Åke. 2011. "Notes on innovation systems and economic development". *Innovation and Development* 1(1).
- MABAH, G. y A. S. OYEKALE. 2012. "Analysis of factors influencing farm households' adoption of maize technical package in Western Cameroon". *Life Sci. J.* 9(4), 3841–5.
- MACÍAS, Alejandro Macías. 2013. "Pequeños agricultores y nueva ruralidad en el occidente de México". *Cuadernos de Desarrollo Rural* 10(71), 187–207.
- MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, Enrique Genaro et al. 2011. "El fomento de la ovinocultura familiar en México mediante subsidios en activos: lecciones aprendidas". *Agronomía Mesoamericana* 22(2), 367–77.

- MENA, Bethel M. Luna et al. 2012. "Perspectivas de desarrollo de la industria semillera de maíz en México". *Revista Fitotecnia Mexicana* 35(1), 1–7.
- MENESES, Eloy, MRF SÁNCHEZ, DC SANCHIZ y EP GARCÍA. 2012. "Implicaciones de las TICs en el ámbito socio-educativo y de servicios sociales: una experiencia universitaria de innovación y desarrollo docente con tecnologías 2.0". *Campo Abierto. Revista de Educación*.
- MONTOYA SUÁREZ, Omar. 2004. "Schumpeter, innovación y determinismo tecnológico". *Scientia et Technica* 10(25), 208–13.
- MONTUSCHI, Luisa. 2001. "La economía basada en el conocimiento: Importancia del conocimiento tácito y del conocimiento codificado". *Documentos de Trabajo* (1999), [en línea], 1–22. Disponible en: <http://www.ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/204.pdf>.
- MORGAN, Kevin. 2007. "The learning region: Institutions, innovation and regional renewal". *Regional studies* 31(5), 491–503.
- MORRIS M., L. y M. A. LÓPEZ-PEREIRA. 2000. "Impactos del Mejoramiento de Maíz en América Latina, 1966-1997".
- MUMFORD, Lewis. 1934. *Técnica y Civilización*. Quinta reimpresión. Madrid, España: Alianza Universidad.
- MUÑOZ-RODRÍGUEZ, Manrubio et al. 2004. "Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural". *Universidad Autónoma Chapingo-Fundación Produce Michoacán*.
- MUÑOZ-RODRIGUEZ, Manrubio y Vinicio Horacio SANTOYO CORTÉS. 2010. "Del extensionismo a las redes de Innovación". En J. AGUILAR Á. J., J. R. ALTAMIRANO C., R. RENDÓN M., y V.H. SANTOYO C. (eds.). *Del Extensionismo Agrícola a las redes de Innovación Rural*. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- MUÑOZ, M.; RENDÓN, R.; AGUILAR, J.; GARCÍA, J. G. Y ALTAMIRANO, J. R. 2004. *Redes de Innovación, un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el Desarrollo Rural*. Primera ed. Texcoco, estado de México: Universidad Autónoma Chapingo y Fundación Produce Michoacán A. C.
- MUÑOZ, M. et al. 2004. *Redes de innovación: un acercamiento a su identificación, análisis y gestión para el desarrollo rural*. primera. Texcoco, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo y Fundación Produce Michoacán A. C.
- MUÑOZ RODRÍGUEZ, Manrubio, Jorge AGUILAR ÁVILA, Roberto RENDÓN MEDEL y J. Reyes ALTAMIRANO CÁRDENAS. 2007. *Análisis de la dinámica de innovación en cadenas agroalimentarias*. vol. 53. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- NEDERLOF, E. Suzanne, Mariana WONGTSCHOWSKI y Femke VAN DER LEE. 2011. *Putting heads together: Agricultural innovation platforms in practice*. Primera. Editado por E. Suzanne Nederlof, Mariana Wongtschowski y Femke Van der Lee. Amsterdam: KIT Publishers.
- NELSON, Richard. 1991. *National innovation system: a retrospective on a study*. Reino Unido: Oxford University Press.
- NELSON, Richard R. y Sidney G. WINTER. 2000. "En busca de una teoría útil de la innovación". *Cuadernos de economía* 19(32), 179–223.
- OCAMPO LEDESMA, Jorge Gustavo, María Isabel PALACIOS-RANGEL, Adrián LOZANO TOLEDANO y Jorge AGUILAR ÁVILA. 2019. *Genealogías, trayectoria y redes. Metodologías para los estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la innovación. Serie: Metodologías y herramientas para la investigación, Volumen 7*. primera. Editado por Dr. J.

- Reyes Altamirano Cárdenas Dr. Vinicio Horacio Santoyo Cortés Dr. Manrribio Muñoz Rodríguez Dr. Roberto Rendón Medel. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo - CIESTAAM.
- OECD. 1996. “La innovación tecnológica: definiciones y elementos de base Centro de Estudios e Investigaciones Universidad Nacional de Quilmes”. *Redes. Revista de Estudios Sociales* 3(6), 131–74.
- OECD. 2005. *Manual de Oslo, La Medida de las Actividades Científicas y Tecnológicas, Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. 3a edn. OECD, vol. 30.
- OLAZARÁN, M. y M. GÓMEZ URANGA. 2000. *Sistemas Regionales de Innovación*. Servicio Editorial de la Universidad del País Vasco.
- VON OPPELN, Constanze. 2018. “Plataformas Multiactorales de gestión para dinamizar el desarrollo y la innovación local”. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América latina* 13(2), [en línea], 253–83. Disponible en: <https://www-jstor-org.libproxy.boisestate.edu/stable/25176555?Search=yes&resultItemClick=true&searchText=%28Choosing&searchText=the&searchText=best&searchText=research&searchText=design&searchText=for&searchText=each&searchText=question.%29&searchText=AND>.
- ORDAZ, Juan Luis. 2007. *México: capital humano e ingresos. Retornos a la educación 1994-2005*. México: CEPAL-Serie. Estudios y perspectivas.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). 2015. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La innovación en la agricultura familiar*. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/003/x9800s/x9800s.pdf>.
- ORTEGA-PACZKA, R. 2003. “La diversidad del maíz en México”. En *Sin maíz no hay país*. Ciudad de México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes – Dirección General de Culturas Populares e Indígenas.
- ORTEGA PACZKA, R. 2010. “Hacia la conservación y mejoramiento in situ de la diversidad del maíz en México Recursos Naturales y Sociedad Sustentable”. *Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural* 1, 1810–2010.
- ORTEGA, Rafael. 2020. “Aportes al estudio de la diversidad de maíz en México”.
- OSORIO-GARCÍA, Nemesio et al. 2015. “Producción de maíz y pluriactividad de los campesinos en el Valle de Puebla, México”. *Nova Scientia* 7(14), 577.
- P., Aquino-Mercado., J PEÑA R. y I. ORTÍZ-MONASTERIO. 2009. “México y el CIMMYT”. [en línea]. Disponible en: http://www.cimmyt.org/en/about-us/partnerships/countries/doc_view/668-mexico-y-el-cimmyt.
- PADMORE, T., H. SCHUETZE y H. GIBSON. 1998. “Modeling systems of innovation: an enterprise-centered view”. *Research Policy* 1(26), 605–24.
- PALIWAL R., L. 2001. *El maíz en los trópicos: mejoramiento y producción* (No. 28). Food & Agriculture Org.
- PAVITT, Keith. 2003. *The Process of Innovation, England: Science and Technology Policy Research SPRU*. Sussex.
- PÉREZ, Carlota. 1983. “Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems”. *Futures* 15(5), 357–75.
- PÉREZ, Carlota. 2001. “Desarrollo Como Blanco Móvil”. *Cepal* 1, 44.
- PÉREZ, G. R.O., B. H. MARTÍNEZ, T. B. J. LÓPEZ y M. R. RENDÓN. 2016. “Estimación de la adopción de innovaciones en la agricultura”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* (15), [en línea], 2909–23. Disponible en: <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/es/282-rss/3966-estimacion-de-la-adopcion-de-innovaciones-en-la-agricultura>.

- PIERRE, Jacques Fils. 2021. "Mejoramiento Genético participativo: herramientas para una producción sustentable de maíz Criollo (Zea Mays L.) en Yucatán". *ResearchGate* 1(May), 262–75.
- RAMÍREZ, Juárez y JAVIER. 2008. "Ruralidad y estrategias de reproducción campesina en el valle de Puebla, México". *Cuadernos de Desarrollo Rural* 1(5), 37–60.
- RAMOS CASTRO, JOSÉ GUADALUPE; JARAMILLO VILLANUEVA, JOSÉ LUIS; PARRA INZUNZA, FILEMÓN; GONZÁLEZ LÓPEZ, Guillermo José. 2013. "Factores que determinan la persistencia de la producción campesina de maíz en el caso del Municipio de Libres, Puebla". *Ra Ximhai* 9(1), 15–28.
- REBOLLAR, Rebollar Samuel et al. 2014. "Costos de producción de maíz de temporal en una región campesina del oriente de Michoacán". *Pistas Educativas* (107), 47–60.
- RENDÓN MEDEL, Roberto et al. 2007. *Innovación: Motor de la Competitividad Agroalimentaria. Políticas y estrategias para que en México ocurra*. Primera. Chapingo, Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo - CUESTAAM/PIIAI. Disponible en: <http://publicaciones.ciestaam.edu.mx/libros/Innovacion.pdf>.
- REYES CASTAÑEDA, Pedro. 1981. *Historia de la Agricultura: información y síntesis*. Primera. México: AGT.
- RINCÓN CASTILLO, Elita Luisa. 2014. "El sistema nacional de innovación: Un análisis teórico-conceptual". *Opción* 20(45), [en línea], 94–117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/310/31004507.pdf>.
- RÍOS BOLÍVAR, Humberto y Juan MARROQUÍN ARREOLA. 2012. "Innovación tecnológica como mecanismo para impulsar el crecimiento económico Evidencia regional para México". *Contaduría y Administración* 58(3), [en línea], 11–37. Disponible en: [http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042\(13\)71220-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0186-1042(13)71220-8).
- RIVAS PLATERO, Gonzalo Galileo, Gloria Gisela OLAVE VÁSQUEZ y Pedro VÁSQUEZ. 2014. "Plataformas de innovación: marco referencial". *PRIICA-IIICA*.
- ROGERS, Everett M. 1995. *Diffusion of innovations*. New York: Free Press.
- ROGERS, Everett M. 2003. *Diffusion of Innovations*. 4th ed. New York: Free Press.
- ROGERS, Everett M. 1962. *Diffusion of innovations*. Third Edit. New York, U. S. A: The Free Press.
- ROMER, Paul M.. 1990. "Cambio tecnológico endógeno". *Revista de Economía Política* 98.5(Parte 2), [en línea], 2–45. Disponible en: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w3210/w3210.pdf.
- ROTHWELL, Roy. 1994. "Towards the fifth-generation innovation process". *International Marketing Review* 11(1), 7–31.
- SADER-SNICS. 2020. "Política Nacional Semillas". *Gobierno de México*.
- SAGARPA-SNICS. 2014. "Manual de organización del Servicio Nacional de Inspección y Certificación de semillas". [en línea]. Disponible en: [file:///C:/Users/hp/Desktop/TESIS 2019-2021/GUION DESARROLLADO/BIBLIOGRAFIA POR CAPITULO/CAPITULO III/MO SNICS.pdf](file:///C:/Users/hp/Desktop/TESIS%202019-2021/GUION%20DESARROLLADO/BIBLIOGRAFIA%20POR%20CAPITULO/CAPITULO%20III/MO%20SNICS.pdf).
- SÁNCHEZ-ANCOCHEA, Diego. 2005. "Capitalismo, desarrollo y Estado. Una revisión crítica de la teoría del Estado de Schumpeter". *Revista de Economía Institucional Universidad Externado de Colombia Bogotá, Colombia* 7(13), 81–100.
- SÁNCHEZ RODRIGUEZ, G., F. A. MARTINEZ MENDOZA y L. A. LOPEZ IBARRA. 1998. *Oportunidades de desarrollo del maíz mexicano alternativas de competitividad*. México.
- SANTOYO-CORTÉS, V.H. 2018. "Modelos de negocio de empresas de horticultura Protegida en Texcoco, México." *AgroProductividad* 11(9), [en línea], 105–10. Disponible en:

- <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i9.1222>.
- SARASOLA SÁNCHEZ-SERRANO, José Luis, Eloy LÓPEZ MENESES y Esther FERNÁNDEZ MÁRQUEZ. 2013. “Experiencias de posgrado sobre el envejecimiento a través de nubes de palabras”. *Didáctica, innovación y multimedia* 1(25), [en línea], 001–13. Disponible en: <file:///C:/Users/hp/Downloads/269841-Text de l'article-366983-1-10-20131023.pdf>.
- SCAVONE CASTRO, Pablo Santiago. 2014. “Trayectorias tecnológicas y la importancia de la localización territorial . Una ilustración para el caso del agro en Uruguay (1870-2010)”.
- SCHUMPETER, Josep Alois. 1934. *Teoría del desarrollo económico*. Inglaterra: Universidad de Harvard.
- SCHUMPETER, Josep Alois. 1939. *Ciclos económicos*. Primera. Nueva York: McGraw-Hill.
- SCHUMPETER, Joseph A. 1943. *Capitalism, socialism, and democracy*. Allen and Unwin.
- SIAP. 2019a. “Panorama Agroalimentario 2020”. *Servicio de Informacion Agroalimentaria y Pesquera* 53(9), 1689–99.
- SIAP. 2019b. *Panorama Agroalimentario 2019*. Ciudad de México. Disponible en: <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/245180/245180.pdf%0Ahttps://hdl.handle.net/20.500.12380/245180%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12> [consultado 10 feb 2021].
- SIAP. 2020a. “Panorama Agroalimentario 2020”. [en línea]. Disponible en: <http://marefateadyan.nashriyat.ir/node/150>.
- SIAP. 2020b. *Tlaxcala*.
- SIAP. 2021. “Estadística de la producción agropecuaria”. [en línea]. Disponible en: <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>.
- SNICS. 2019. “Tercera sesion ordinaria del Consejo Técnico del SNICS”. *Gobierno de México* [en línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/502606/Presentaci_n-Consejo_RGS-27-AGOSTO_Ready.pdf.
- SNICS. 2020. “Boletín informativo: Producción de semilla certificada por el SNICS, ciclo agrícolas p-v 2019 y o-i 2019-2020”. *Sistema Nacional de Inspección y Certificación de semillas* [en línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/544141/Boletin_2020-web.pdf.
- SOLLEIRO, J. L. y R. CASTAÑON. 2005. “Competitiveness and innovation systems: the challenge for Mexico’s insertion in the global context”. *Technovation* (25).
- SONNINO, Andrea y John RUANE. 2013. “La innovación en agricultura como herramienta de la política de seguridad alimentaria: el caso de las biotecnologías agrícolas”. *Biotechnologías e innovación: el compromiso social de la ciencia* (January), [en línea], 28. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ar635s/ar635s.pdf>.
- SUÁREZ, Rocío Fernández, Luis A.Morales CHÁVEZ y Amanda Gálvez MARISCAL. 2013. “Importancia De Los Maíces Nativos De México En La Dieta Nacional. Una Revisión Indispensable”. *Revista Fitotecnica Mexicana* 36(SUPPL.3), 275–83.
- SURESH, Pal. 2011. “Impacts of CGIAR Crop Improvement and Natural Resource Management Research : A Review of Evidence”. *Agricultural Economics Research Review* 24(December), 185–200.
- TEDDLIE, Charles y Fen YU. 2007. “Mixed Methods Sampling: A Typology With Examples”. *Journal of Mixed Methods Research* 1(1), 77–100.
- THOMAS, Hernan. 2010. *Tecnologías para la inclusión social y políticas públicas en América Latina. Notas para un proyecto de investigación sobre Tecnología Social a escala regional*

- (GAPI-UNICAMP y IESCT-UNQ). Primera. Buenos Aires, Argentina: GAPI-UNICAMP y IESCT-UNQ.
- TURRENT-FERNÁNDEZ, Antonio et al. 2016. “Cambio climático y algunas estrategias agrícolas para fortalecer la seguridad alimentaria de México”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(7), 1727–39.
- TURRENT FERNÁNDEZ, ANTONIO CORTÉS FLORES, José I. et al. 2017. “MasAgro o MIAF ¿Cuál es la opción para modernizar sustentablemente la agricultura tradicional de México”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(5), 1169–85.
- TURRENT, Fernández Antonio. 2008. “AI. Producción bajo temporal”. En Carlos DE LEÓN y Rafael RODRIGUEZ MONTESSORO (eds.). *El cultivo de maíz: temas selectos*. México: Munidi Prensa, 107–14.
- TURRENT FERNÁNDEZ, Antonio. 2009. “El potencial productivo del maíz”. *Redalyc* 92(Octubre-marzo), [en línea], 126–9. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/644/64412119019.pdf>.
- TURRENT FERNÁNDEZ, Antonio et al. 2011. “Diferencias entre el meoramiento genético clásico del maíz y el mejoramiento por ingeniería genética”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2(6), 955–69.
- VALENTE, Thomas W. 1995. *Network models of the difussion of innovations*. primera. New Jersey: Hampton Press, Inc, Cresskill.
- VALENZUELA, Gastelúm Iris del Carmen. 2014. *Trayectorias tecnológicas en la agricultura sonorese : el caso del trigo en el Valle del Yaqui, Sonora*. El Colegio de Sonora.
- DEL VALLE RIVERA, María del Carmen. 2000. *La innovación tecnológica en el sistema lácteo mexicano y su entorno mundial*. Editado por Instituto de Investigaciones Económicas Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad de México: Miguel Ángel Porrúa, 2000.
- VARGAS-CANALES, Juan Manuel et al. 2015. “Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo , México”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(4), 827–40.
- VARGAS CANALES, Juan Manuel et al. 2015. “Factores de innovación en agricultura protegida en la región de Tulancingo, México”. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 6(4), 827.
- VARGAS CANALES, Juan Manuel. 2016. *Cambio Tecnológico e innovación en la agricultura protegida en Hidalgo, México*. Universidad Autónoma Chapingo.
- VAN DER VEEN, Marijke. “Innovación agrícola: ¿invención y adopción o cambio y adaptación ?.” *Arqueología mundial* 42.1 (2010): 1-12. 2010. “Agricultural innovation: invention and adoption or change and adaptation?” *Word Archaeology* 42(1), 1–12.
- VELAZCO, B., Zamanillo. 2008. “Evolución de las propuestas sobre el proceso de innovación ¿Qué se puede concluir de su estudio?” *Investigaciones Europeas de Dirección y economía de la Empresa. Universidad del país Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea* 14(12), 127–38.
- VELAZCO E., Balmaseda y Elguezabal ZAMANILLO . 2008. “Evolución de las propuestas sobre el proceso de innovación:¿ Qué se puede co empresancluir de su estudio?” *Investigaciones Europeas de dirección y economía de la empresa* 14(2), 127–38.
- VIRGEN VARGAS, Juan et al. 2010. “Producción de semilla de cruza simples de híbridos de maíz en Tlaxcala, México”. *Revista Fitotecnica Mexicana* 33(4), 107–10.
- VIVEROS-FLORES, C. EMMA, GIL-MUÑOZ, ABEL, LÓPEZ, PEDRO ANTONIO, RAMÍREZ-VALVERDE, BENITO, GUERRERO-RODRÍGUEZ, JUAN DE DIOS, Y CRUZ- LEÓN, Artemio. 2010. “Patrones de utilización del maíz en unidades de producción familiar del Valle de Puebla, México”. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 1(12), 471–84.
- WITT, J. 2002. “How evolutionary is schumpeter’s theory of economics development”. *Industry*

and Innovation 9(1–2), 7–22.

YOGUEL, Gabriel, Florencia BARLETTA y Mariano PEREIRA. 2013. “De Schumpeter a los postschumpeterianos : viejas y nuevas dimensiones analíticas”. *Problemas de Desarrollo* 174(44), [en línea], 35–59. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0301-70362013000300003&script=sci_abstract&tlng=pt.

ANEXO METODOLOGICO

La metodología propuesta para la presente investigación incluir a diferentes actores que dieran cuenta de los hechos y cambios que la difusión y adopción de una innovación que indicadores económicos básicos, análisis de costos de producción

Anexo A. Trayectoria tecnológica de semillas híbridas en Tlaxcala.

Para obtener información para analizar la trayectoria tecnológica se entrevistó a los diferentes actores involucrados en cada una de sus fases, a saber: Investigación y Desarrollo, Validación, Difusión y Adopción (Cuadro 10). Para ello se aplicó una guía de entrevista compuesta en 8 secciones, que son I. Identificación, II. Perfil del productor, III. Perfil de la unidad de producción IV., V. Adopción de innovaciones, VII, Fuentes de conocimiento e información, VIII. Proceso de adopción de la semilla H-48 y Trayectoria (Ver Anexo 1).

Cuadro 10. Actores entrevistados e involucrados en la trayectoria tecnológica

Tipo de actor	Organización
Investigador sector público estatal 1	Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria
Investigador sector público estatal 2	Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria
Investigador sector público estatal 3	Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria
Investigador sector público estatal 4	Instituto Tecnológico del Altiplano
Investigador sector privado 1	ASGROW
Investigador sector privado 2	ASPROS
Investigador sector privado 3	BERENTSEN
Investigador sector privado 4	BREVANT
Empresas productoras de semilla 1	Agricultura Sustentable Muñoz 2000 S.P.R. De R.I.
Empresas productoras de semilla 2	Semillas y Granos El Ocotal S.P.R. de R.L.
Empresas productoras de semilla 3	Rancho Media Caballería
Empresas productoras de semilla 4	Semillas Texoloc
Empresas productoras de semilla 5	Agrupación De Productores De La Unión S. de R. L. M.I
Empresas productoras de semilla 6	Sociedad Rivera López S. de R. L. M.I
Funcionario estatal 1	Sistema Nacional de Inspección y Certificación
Funcionario federal 1	Secretaría de Desarrollo Rural

Fuente: Elaboración propia

Para analizar la información obtenido se elaboró un sociograma, en donde se representa a los actores, sus relaciones e interacciones, también se elaboró una matriz de doble entrada, para identificar a los actores involucrados sus roles e interacciones. Los eventos clave de la trayectoria de la semilla H-48 se esquematizaron en una línea de tiempo.

Anexo B. Atributos de agricultores usuarios de la semilla H-48 y usuarios de semilla criolla

Perfil de los agricultores

Se caracterizó a los agricultores que utilizan el híbrido H-48 (usuarios de la innovación) y a los agricultores que usan semillas criollas, mediante la estimación de sus indicadores económicos, técnicos y productivos) (Cuadro 11). A cada muestra se aplicó una encuesta dividida en 7 secciones: I. Identificación, II. Perfil del productor, III. Perfil de la unidad de producción IV. Adopción de innovaciones, V. Fuentes de conocimiento e información, VI Proceso de adopción de la semilla H-48 y VII. costos de producción (Ver Anexo 1).

Cuadro 11. Actores entrevistados por Municipio

Tipo de actor	Municipio	No. de entrevistas
Agricultor usuario de la semilla H-48	Benito Juárez	3
	Calpulalpan	2
	Españita	1
	Huamantla	2
	Hueyotlipan	1
	Ixtacuixtla	3
	Ixtenco	1
	Mazatecochco	2
	Nanacamilpa	3
	Sanctorúm	2
	Santa Ana Chiautempan	2
	San José Teacalco	1
	Tlaxco	4
	Tocatlán	2
	Xalostoc	2
Agricultor usuario de semillas criollas	Españita	2
	Huamantla	4
	Hueyotlipan	2
	Ixtacuixtla	2
	Ixtenco	4
	Mazatechco	2
	Nanacamilpa	1
	Panotla	4
	San José Teacalco	1
	Tepeyanco	2
	Tlaxco	2
	Tocatlán	2
	Xalostoc	2
TOTAL		60

Fuente: Elaboración propia

Para seleccionar a los agricultores entrevistados, se usó la estrategia de muestreo intencional secuencial (Teddlie & Yu, 2007) conocido como bola de nieve (Goodman, L., 1961), este tipo de

muestreo se utiliza cuando la selección secuencial de unidades o de casos se basa en su pertinencia a las preguntas de la investigación y no su representatividad.

La idea central en este tipo de muestreo es que cada individuo en la población puede nominar a otros individuos en la población, los cuales tienen la misma probabilidad de ser seleccionados. A los individuos que son escogidos, se les pide nominar a otras personas. Para adquirir un grupo de estudio que se aproxime a una muestra aleatoria, una condición muy importante es que el primer grupo de encuestados (en la etapa cero) debe ser seleccionado aleatoriamente. El supuesto subyacente es que, los miembros de la población escondida no viven en completo aislamiento, es decir, tienen por lo menos una “red social” con la cual es posible contactarlos.

El método de bola de nieve ha sido utilizado en varios estudios relacionados con redes sociales, como los hechos por Llenberger, J. y Flötteröd (2012) o Browne (2005). En México fue usada por Muñoz et al. (2004), para identificar los lazos relacionales técnico, comerciales y de amistad que establecen los productores de limón de la región del Valle de Apatzingán, Michoacán, México.

Para el análisis de la información y datos colectados se empleó estadística descriptiva y para comparar cada variable entre los agricultores que usan semilla H-48 y los que usan semillas criollas, se hizo un análisis de varianza y comparación de medias con prueba de Tukey. Las variables que se analizaron fueron las siguientes: edad, años de experiencia, nivel educativo, superficie de cultivo, rendimiento, nivel de equipamiento y adopción de innovaciones en su sistema de producción.

Anexo C. Adopción de innovaciones

Para estimar la adopción de innovaciones se utilizó la metodología propuesta por Muñoz Rodríguez et al. (2007), se calculó el índice de adopción de innovaciones (INAI) (Ecuación 1) y la tasa de adopción de innovaciones por categoría (TAI) (Ecuación 2), para los agricultores usuarios de la semilla H-48 y los agricultores usuarios de semillas criollas.

$$InAI_i = \frac{\sum_j^n = IAI_{Ck}}{k}$$

Ecuación 1

Donde:

IAI_i = Índice de adopción del i-ésimo agricultor.

$IAIC_k$ = j-ésima innovación de la k-ésima categoría verificada

k = Número total de innovaciones en la k-ésima categoría.

$$IAIC_{ik} = \frac{\sum_{j=1}^n Innov_{jk}}{n}$$

Ecuación 2

Donde:

IAI_k = Índice de adopción del i-ésimo agricultor.

$Innov_{jk}$ = j-ésima innovación verificada

n = Número total de innovaciones en la k-ésima categoría

Para construir el INAI, se generó un el listado de innovaciones a partir la opinión de expertos, investigadores, asesores técnicos y agricultores lideres (Cuadro 12), con este listado se verifico que los agricultores adoptaran total, parcialmente o no adoptaran las prácticas necesarias para la producción de maíz de H-48 y semillas criollas.

Cuadro 12. Lista de innovaciones a verificar en la producción maíz híbrido H-48

Categoría	Innovaciones
Preparación del suelo	Labranza reducida o mínima, integración de rastrojos
Siembra	Siembra de precisión, uso de densidad de 60 mil p/ha
Nutrición	Fertilización fraccionada por etapa fenológica, fertilización foliar
Manejo agronómico	Calibración de maquinaria y equipos
Control de malezas	Uso de herbicidas pre emergentes, uso de herbicidas selectivos
Control de plagas	Aplicación de productos bioselectivos en las dosis y frecuencias recomendadas por el fabricante
Control de enfermedades	Uso de productos biológicos o de baja toxicidad

Cosecha	Cosecha mecánica
Poscosecha	Secado en sombra, limpieza de grano
Fuente: Elaboración propia	

Anexo D. Tipología de agricultores

Se realizó la agrupación de agricultores entrevistados (Cuadro 11) en base a su nivel de adopción de innovaciones y el nivel de equipamiento, esta tipología se hizo por separado, una para los agricultores usuarios de la semilla H-48 y otra para los usuarios de semillas criollas. La técnica utilizada para hacer este agrupamiento fue el análisis de clúster y análisis canónico discriminante. Estas técnicas han sido usadas para clasificar a los agricultores que participan en programas de extensión agrícola con el objetivo de focalizar las innovaciones a promover de acuerdo a su nivel tecnológico. (Aguilar-Gallegos et al. 2015)

Anexo E. Red técnica

Se hizo el mapeo de la red técnica, para dos fines: esquematizar las redes técnicas que forman los agricultores con sus pares y con el objetivo de identificar las interacciones que establecen los agricultores con otros actores del sistema de innovación. Para visualizar las redes se utilizó el software para generación de sociogramas NetDraw v. 2.160 (Borgatti, 2002). Se calcularon los siguientes indicadores: grados de salida, grados de entrada, densidad, tamaño y el eigenvector, usando los algoritmos de UCINET 6.718. La técnica se ha utilizado en diversos estudios relacionados con procesos de difusión de innovaciones (Aguilar-Gallegos et al. 2015, 2016; Díaz-José et al. 2016; Briones-Ruíz et al. 2021).

Anexo F. Atributos que favorecen la adopción de la innovación

Se identificaron y describieron las propiedades de la semilla H-48, que han facilitado su adopción, mediante la comparación con otros híbridos, usando las características de una innovación propuestas por Rogers (2003): costos, eficiencia, ventaja relativa, complejidad, comunicabilidad.

Para obtener la información y datos, se realizaron entrevistas con actores clave seleccionados. Para evaluar los atributos de la semilla que aceleran o frenan su adopción se analizaron los siguientes atributos: a) costos, b) eficiencia, c) ventaja relativa, d) complejidad, y e) comunicabilidad usando escalas tipo Likert (Ver Anexo 1)

Para el análisis de la información se utilizó estadística no paramétrica para comparar cada variable entre los grupos.

Anexo G. Factores que limitan la adopción de la innovación

Mediante la técnica cualitativa descriptiva de construcción de nube de palabras, se analizará la problemática identificada por los agricultores seleccionados en la muestra. Al analizar la problemática esta herramienta nos permitirá agilizar el análisis de datos tipo texto, puesto que a través de ellas podemos identificar e interpretar de manera rápida y sencilla las palabras con mayor relevancia en el texto analizado.

Con la identificación de las palabras más relevantes del texto podemos ubicar a aquellas que son consideradas como factores que limitan la adopción de la innovación y aquellas que limitan la producción. Esta herramienta se ha utilizado en otros estudios como los realizados por López-Meneses et al. (2012), quien realizó un estudio sobre la experiencia de la innovación universitaria y por Sarasola et al. (2013), quien realizó un estudio sobre el envejecimiento y posgrado.

Anexo 1. Guías de entrevistas



Universidad Autónoma de Tlaxcala
Centro de Investigaciones
Interdisciplinarias Sobre Desarrollo Regional (CIISDER)
Maestría en Análisis Regional (MAR)



Guía de entrevista
Actor: Investigador sector público

Objetivo: Obtener información útil y relevante sobre la trayectoria tecnológica de la red de producción de la semilla H-48, a través de la entrevista a un actor clave de la misma.

Presentación del entrevistador: Nombre completo, Institución, breve explicación del objetivo antes planteado, confirmación para comenzar la entrevista y grabar audio.

Preguntas de control.

- P1. ¿Cómo se encuentra el día de hoy?
- P2. Me puede decir tu nombre completo, ¿de dónde eres originario?
- P3. ¿Cuál es tu formación académica?
- P4. ¿Cuál es el cargo que ocupa actualmente?
- P.5 ¿Cuántos tiempo llevas ocupándolo?

Preguntas clave

- P6. ¿Puede comentar cómo surge la idea de generar la semilla H-48?
- P7. ¿Sabe si forma parte de algún proyecto?
- P8. ¿Atiende una demanda específica (jalada por la demanda o empujada por la tecnología)? ¿Cuál es?
- P.9. Más allá de la investigación y desarrollo técnico ¿cuál es la historia de la semilla H-48?
- P10. ¿Cuáles son las dificultades que enfrenta la adopción de la semilla H-48?, ¿que se está haciendo para enfrentar esta situación?



Universidad Autónoma de Tlaxcala
Centro de Investigaciones
Interdisciplinarias Sobre Desarrollo Regional (CIISDER)
Maestría en Análisis Regional (MAR)



Guía de entrevista
Actor: Funcionario Federal

Objetivo: Identificar las acciones que lleva a cabo las Dependencias Federales, para promover el uso de las semillas híbridas y en específico de la variedad H-48, así como las acciones que favorecen la vinculación entre los actores de la red técnica de la producción de semillas híbridas en el Estado de Tlaxcala.

Presentación del entrevistador: Nombre completo, Institución, breve explicación del objetivo antes planteado, confirmación para comenzar la entrevista y grabar audio.

Preguntas de control.

- P1. ¿Cómo se encuentra el día de hoy?
- P2. Me puede decir tu nombre completo, ¿de dónde eres originario?
- P3. ¿Cuál es tu formación académica?
- P4. ¿Cuál es el cargo que ocupa actualmente?
- P.5 ¿Cuántos tiempo llevas ocupándolo?

Preguntas clave

- P6. ¿Cuál es la importancia del uso de semillas híbridas para el campo en Tlaxcala?
- P7. ¿Se tiene algún registro acerca de los agricultores y la superficie que se siembra con variedades híbridas y de forma particular la variedad H-48 anualmente?
- P8. ¿Cuáles son las acciones que la dependencia realiza para promover el uso de las semillas híbridas, es específico la variedad H-48?
- P.9. ¿Cuál es la relación de la dependencia con las empresas productoras de semillas locales y los agricultores usuarios de la misma?
- P10. ¿Cuáles son las dificultades que enfrenta la adopción de la semillas híbridas, en específico la variedad H-48?, ¿que se está haciendo para enfrentar esta situación?



Universidad Autónoma de Tlaxcala
Centro de Investigaciones
Interdisciplinarias Sobre Desarrollo Regional (CIISDER)
Maestría en Análisis Regional (MAR)



Guía de entrevista
Actor Funcionario local

Objetivo: Obtener información útil y relevante sobre el proceso de certificación de las semillas híbridas (certeza al consumidor), incluye la variedad H-48, en el estado de Tlaxcala.

Presentación del entrevistador: Nombre completo, Institución, breve explicación del objetivo antes planteado, confirmación para comenzar la entrevista y grabar audio.

Preguntas de control.

- P1. ¿Cómo se encuentra el día de hoy?
- P2. Me puede decir tu nombre completo, ¿de dónde eres originario?
- P3. ¿Cuál es tu formación académica?
- P4. ¿Cuál es el cargo que ocupa actualmente?
- P5. ¿Cuántos tiempo llevas ocupándolo?

Preguntas clave

- P6. ¿Cuál es la importancia del uso de semillas híbridas para el campo en Tlaxcala?
- P7. ¿Se tiene algún registro acerca de los agricultores y la superficie que se siembra con variedades híbridas y de forma particular la variedad H-48 anualmente?
- P8. Por favor, detalle el proceso de certificación de la variedad H-48
- P9. ¿Cuál es su relación con las empresas productoras de semillas locales?
- P9. ¿Cuáles son las barreras y facilidades para certificar las semillas híbridas, en específico la variedad H-48?
- P10. ¿Cuáles son los principales problemas que se enfrentan en el estado de Tlaxcala, para lograr la certificación de la variedad H-48?



Universidad Autónoma de Tlaxcala
Centro de Investigaciones
Interdisciplinarias Sobre Desarrollo Regional (CIISDER)
Maestría en Análisis Regional (MAR)



Guía de entrevista
Actor: Investigador Sector privado

Objetivo: Obtener información útil y relevante sobre la trayectoria tecnológica de la red de producción de la semilla H-48, a través de la entrevista a un actor clave de la misma.

Presentación del entrevistador: Nombre completo, Institución, breve explicación del objetivo antes planteado, confirmación para comenzar la entrevista y grabar audio.

Preguntas de control.

- P1. ¿Cómo se encuentra el día de hoy?
- P2. Me puede decir tu nombre completo, ¿de dónde eres originario?
- P3. ¿Cuál es tu formación académica?
- P4. ¿Cuál es el cargo que ocupa actualmente?
- P5. ¿Cuántos tiempo llevas ocupándolo?

Preguntas clave

- P6. ¿Puede comentar cómo surge la idea de generar la semilla H-48?
- P7. ¿Sabe si forma parte de algún proyecto?
- P8. ¿Cómo ha participado su centro de trabajo en este proyecto?
- P9. ¿Atiende una demanda específica (jalada por la demanda o empujada por la tecnología)? ¿Cuál es?
- P10. Más allá de la investigación y desarrollo técnico ¿cuál es la historia de la semilla H-48?
- P11. ¿Cuáles son las dificultades que enfrenta la adopción de la semilla H-48?, ¿que se está haciendo para enfrentar esta situación?
- P12. Se han hecho investigaciones en su centro de trabajo, para conocer la trayectoria que ha seguido la semilla H-48, en estos 20 años que tiene como variedad liberada? Puede comentarme



CIISDER

ACTOR: Agrixcultor

Fecha de entrevista:

/ / /

1 Nombre completo:

1 Nombre completo:

2 Dirección:

3 Sexo

4 Edad cumplida:

5 Años de experiencia como agricultor:

6 Ultimo grado de estudios:

7 Pertenece a alguna asociacion o organizaci3n ?

8 Nombre de la asociación u organización

9 Figurajurídica

10 Nombre del representante

11 ¿Sabe cuál es la historia de la semilla H-48?

¿Puede comentar?

12 ¿Cómo empiezo a sembrar semillas híbridas?

13 ¿Existen incentivos para sembrar este tipo de semillas?

¿Puede comentar?

14 ¿Cómo fue el proceso de adopción de la tecnología, que cambios tuvo que hacer en su proceso de producción?

15 ¿Que ventajas tiene producir maiz de la variedad H-48?

16 ¿Que desventajas tiene producir maiz de la variedad H-48?

Calle y número		Población o localidad
M	H	Municipio
años		
años		
años		
SI	NO	
SI	NO	
SI	NO	

USUARIOS DE LA INNOVACION

17 Cual es la superficie aproximada que siembra cada año

1) de 1 a 2	3. de 3 a 5	3) de 6 a 10	4) más de 10
-------------	-------------	--------------	--------------

18 La producción de maíz, que porcentaje de sus ingresos representa?

1) 100	3. 75	3) 50	4) menos del 50
--------	-------	-------	-----------------

19 Especificamente de la semilla H-48, cuantos años lleva sembrandola?

1) de 1 a 2	3. de 3 a 5	3) de 6 a 10	4) más de 10
-------------	-------------	--------------	--------------

20 Considera que es importante la incorporación de innovaciones en su sistema de producción?

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

21 Cuáles son las innovaciones que ha incorporado a su sistemas de producción

Innovación	Fecha de inicio
Muestreo compuesto de suelo	
Análisis de suelo	
Fertilización fraccionada	
Calibración de sembradora	
Siembra de precisión	
Calibración de equipos de aspersión	
Fertilización foliar	
Cosecha mecánica	
Incorporación de raseros	

22 Cál fue la fuente de conocimiento e información?

1) Evento demostrativo	2) Parcela-vitrina	3) Evento de capacitación	D) Parcela de agricultor	5) Internet
------------------------	--------------------	---------------------------	--------------------------	-------------

23 Que organización o Dependencia realizo el evento?

A) INIFAP	B) CIMMYT	C) FIRA	D) Fundación Produce	5) Despacho de consultoría
-----------	-----------	---------	----------------------	----------------------------

24 Considera importante el aprender nuevos conocimientos que puedan ayudar a mejorar su sistema de producción?

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

25 Considera que la asistencia técnica es importante

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

26 Mencione a las personas, eventos o hechos que han influido en su forma actual de producir

Nombre	Tipo de relación	ID	Observaciones

27 De quienes ha aprendido o aprende nuevos conocimientos?

Nombre	Municipio	Localidad

28 Puede darnos el nombre de otro (s) agricultor que utilice semilla H-48

Nombre	Municipio	Localidad

29 Recibe algun tipo de servicio

Rubro	Tipo	Temporalidad	ID
A) Crédito			
B) Aseguramiento			
C) Asistencia técnica			
D) Capacitación			
E) Proveduría de insumos			

30 Que porcentaje de su produccion es para venta

A) 100	B) 75	C) 50	D) menos del 50
--------	-------	-------	-----------------

31 Como vende su producción (en caso de ser posible mencionar nombres)

	Nombre	Procedencia
A) A pie de parcela		
B) En su bodega o troje		
C) Entrega a acopiador		
D) Entrega a molino o tortillería		
E) Otro		

Actor	ID
Agricultor	A
Técnico MasAgro	TM
Promotor FIRA	PF
Técnico INIFAP	TI
Proveedor de insumos	PI
Despacho	D
Asesor técnico independiente	ATI
Extensionista	EXT

PROCESO Y COSTOS DE MAIZ HIBRIDO H-48 PV/2020

ESTADO DE TLAXCALA

MUNICIPIO

REGIMEN DE HUMEDAD

CONCEPTO	UNIDAD	NUM. UN.	PRECIO U.	TOTAL	INVERSION PRODUCTO	% COSTO	CALENDARIZACION											
							E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
COSTOS																		
Conceptos varios																		
Renta del terreno	Ha																	
Subtotal				0.00	0.00													
Preparación del terreno																		
Subsuelo	Ha																	
Rastreo	Ha																	
Marcado de surco	Ha																	
siembra	Ha																	
Semilla	Kg																	
Subtotal				0.00	0.00													
Fertilización (a la siembra)																		
UREA	Kg																	
Cloruro de potasio	kg																	
DAP (Fosfato diamonico)	kg																	
Biofertilizante	Dosis																	
Subtotal				0.00	0.00													
Fertilización (segunda)																		
UREA	KG																	
Mezcla mineral	KG																	
Aplicación	Jomal																	
Subtotal				0.00	0.00													
Control de malezas (despues de la siembra)																		
Gesaprim	Lt																	
Hierbamina																		
Aplicación de herbicida	Jomal																	
Subtotal				0.00	0.00													
Control de malezas (segundo control)																		
Callisto Xtra	Lt																	
Aplicación de herbicida	Jomal																	
Subtotal				0.00	0.00													
Labores culturales																		
Escarda	Ha																	
Segunda	Jomal																	
Destapado	Jomal																	
Subtotal				0.00	0.00													
Fertilización via foliar																		
AMINOACIDOS	kg																	
20 30 10	Kg																	
Aplicación de fertilizante foliar	Jomal																	
Subtotal				0.00	0.00													
Control de malezas (tercer control)																		
Harmony	Dosis																	
Aplicación de herbicida	Jomal																	
Subtotal				0.00	0.00													
Control de plagas y enfermedades																		
Manzate	kh																	
Cipermetrina	litro																	
Aplicación	Jomal																	
Subtotal				0.00	0.00	0.00												
Cosecha																		
Trilla	Ha																	
Levantar mazorca	Jomal																	
Desgranado	Tn																	
Flete	Tn																	
Subtotal				0.00	0.00													
Otros Gastos																		
SEGURO	HA																	
Compra de costales	pieza																	
Empacado	pieza																	
Flete	viaje																	
Subtotal				0.00	0.00													
Totales																		
INGRESOS																		
Grano	Tn																	
Rastrojo	Pacas/Ha																	
TOTAL DE COSTOS DE CULTIVO																		
TOTAL DE INGRESOS POR CULTIVO																		
UTILIDAD																		
RELACION BENEFICIO/COSTO																		

ATRIBUTOS DE LA SEMILLA HIBRIDA H-48

32 Por qué elige usar la semilla H-48?

A) Precio de la semilla	B) Tolerancia a sequías	C) Resistencia al acame	D) Resistencia a p y e	E) Rendimiento
-------------------------	-------------------------	-------------------------	------------------------	----------------

33 Que tan importante es el precio de la semilla para elegir una variedad?

A) Muy importante	B) importante	C) Medianamente importante	D) Poco importante	E) No es importante
-------------------	---------------	----------------------------	--------------------	---------------------

34 Que tan importante es la tolerancia a sequías para elegir una variedad?

A) Muy importante	B) importante	C) Medianamente importante	D) Poco importante	E) No es importante
-------------------	---------------	----------------------------	--------------------	---------------------

35 Que tan importante es la resistencia al acame para elegir una variedad?

A) Muy importante	B) importante	C) Medianamente importante	D) Poco importante	E) No es importante
-------------------	---------------	----------------------------	--------------------	---------------------

36 Que tan importante es la resistencia a plagas y enfermedades para elegir una variedad?

A) Muy importante	B) importante	C) Medianamente importante	D) Poco importante	E) No es importante
-------------------	---------------	----------------------------	--------------------	---------------------

37 Que tan importante es el rendimiento para elegir una variedad?

A) Muy importante	B) importante	C) Medianamente importante	D) Poco importante	E) No es importante
-------------------	---------------	----------------------------	--------------------	---------------------

Por que prefiere el uso de esta semilla sobre otras variedades

ATRIBUTO COSTO

38 Considera que el precio de la semilla es

1. Muy cara	2. Cara	3. Accesible	4. Barata	5. Muy barata
-------------	---------	--------------	-----------	---------------

39 El precio de la semilla H-48 esta?

1. Arriba de la media	2. En la media	3. Por debajo de la media
-----------------------	----------------	---------------------------

40 Esta de acuerdo en que la puede conseguir cerca

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

ATRIBUTO EFICIENCIA

41 El rendimiento obtenido con la variedad H-48 es bueno

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

42 Las utilidades resultantes de producir maíz H-48 son buenas para usted

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

43 Producir maíz de la variedad H-8, es un buen negocio

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

ATRIBUTO VENTAJA RELATIVA

44 Producir maíz de la variedad H-48, permite mecanizar la mayoría de los procesos y depender menos de los trabajos manuales

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

45 La variedad H-48 es mas resistente a efectos climaticos adversos (sequía, granizo, vientos fuertes, etc.)

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

46 Las ventajas agronomicas de la variedad H-48 (germinación, vigor, rusticidad, etc.) la vuelven una buena opción para producir

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

ATRIBUTO COMUNICABILIDAD

47 Fue fácil adaptar el proceso producción para producir maíz de la variedad H-48

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

48 Es posible adaptar o calibrar la maquinaria o equipos disponibles para producir maíz de la variedad H-48

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

49 En general el proceso de producción es mas eficiente con el uso de la variedad H-48

1. Muy de acuerdo	2. de acuerdo	3. Moderadamente de acuerdo	4. En desacuerdo	5) Totalmente en desacuerdo
-------------------	---------------	-----------------------------	------------------	-----------------------------

FACTORES QUE AFECTAN LA TRAYECTORIA TECNOLÓGICA

50 En su opinión, que problemática presenta la producción de maíz

Problema	Especifique	Causa	Posible solución

51 Cree que es posible mejorar esta situación?

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

52 Considera que Sembrar variedades híbridas como el H-48, esta desplaando a las semillas criollas

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

53 Esto pone en riesgo la preservación de las semillas criollas

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

54 Considera que el uso de agroquímicos se incrementa con la siembra de variedades híbridas

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

55 Este incremento en el uso de agroquímicos tiene repercusiones en la salud humana

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

56 Este incremento en el uso de agroquímicos tiene repercusiones en el medio ambiente

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

57 Es necesario caaitarse o acceder a información que ayude a reducir los impactos negativos de la agricultura en el medio ambiente y la salud de los agricultores

A) Totalmente de acuerdo	B) De acuerdo	C) Indiferente	D) En desacuerdo	E) Totalmente en desacuerdo
--------------------------	---------------	----------------	------------------	-----------------------------

58 Que canales de comunicación serían los adecuados para hacerlo

A) Por telefono	B) Internet	C) Revistas especializadas	D) Eventos de capacitación	E) Eventos demostrativos
-----------------	-------------	----------------------------	----------------------------	--------------------------

ANEXO 2 Actores identificados en la trayectoria tecnológica del H-48

Actor	Tipo de actor	Año o periodo de intervención	Función normativa	Rol	Interacciones
INIFAP-Tlaxcala	Investigación sector público	2004-2015	Fomentar la competitividad, mediante la transferencia de tecnología y la investigación	Da inicio al proceso de transferencia de tecnología de la producción de semillas híbridas en el estado, gestión de maquinaria especializada y evaluación agronómica de variedades	Organizaciones de productores, agricultores Fundación Produce Tlaxcala, FIRA, SEFOA, CEVAMEX, CIBA, UACH, ITAT, SAGARPA, CEBA (Centro experimental Bajío)
SEFOA	Gubernamental	2017	Contribuir de manera directa al desarrollo agrícola del estado de Tlaxcala, mediante el otorgamiento de subsidios para la adquisición de activos fijos e insumos, así como asesoría técnica especializada.	Aplicación de subsidios para la compra de activos e infraestructura, capacitación a usuarios en tecnologías adyacentes (muestreo de suelo, fertilización integral, calibración de maquinaria, etc.)	Grupos de productores, agricultores, empresas locales de producción de semilla, SAGARPA, CIMMYT, INIFAP y empresas semilleras nacionales y transnacionales
UACH	Educación	2008-2018	Formar profesionistas capaces de brindar asesoría de calidad a las unidades de producción agrícola.	Organizador de eventos de transferencia de tecnología y giras tecnológicas. Capacitación de extensionistas a través del el Centro de Educación continua de la UACH.	INIFAP Tlaxcala, agricultores, SEFOA, asesores técnicos privados, extensionistas, grupos de productores, empresas locales de producción de semilla, proveedores de maquinaria e insumos, SAGARPA
Fundación Produce Tlaxcala	Gubernamental	2005-2016	Contribuir al mejoramiento de las capacidades y habilidades técnicas de los productores de maíz en el estado de Tlaxcala.	Gestión y adquisición de maquinaria especializada, establecimiento de vitrinas y parcelas demostrativas. Sede de eventos de capacitación e instalación de vitrinas y parcelas demostrativas.	FIRA, INIFAP Tlaxcala, CIMMYT, Extensionistas, SEFOA, SAGARPA, agricultores, grupos de productores, empresas semilleras locales, nacionales y transnacionales
FIRA	Financiero	2012-2016	Contribuir al desarrollo de financiamiento en el estado. Capacitar y ofrecer servicios de asistencia técnica de calidad	Financiamiento de eventos demostrativos para difusión de uso de semillas del INIFAP	INIFAP Tlaxcala, SEFOA, asesores técnicos privados, extensionistas, grupos de productores, empresas locales de producción de semilla, CIMMYT
CIMMYT	Investigación	2013-2019	Contribuir a la investigación y desarrollo de tecnología para la producción de los principales cultivos del mundo, como lo es el maíz y trigo	Colecta de germoplasma, transferencia de tecnologías MasAgro, capacitación de asesores técnicos	Organizaciones de productores, extensionistas, Fundación Produce Tlaxcala, FIRA, SEFOA, CEVAMEX, CIBA, UACH, Gobierno del Estado, INIFAP
SAGARPA	GUBERNAMENTAL	2000-2017	Contribuir al mejoramiento de las capacidades y habilidades técnicas de los productores de maíz en el estado de Tlaxcala.	Aplicación de apoyos y recursos federales en apoyo al sector. Desarrollo de capacidades y habilidades técnicas de asesores técnicos poco desarrolladas en los productores agropecuarios del estado.	SEFOA, ITAT, Fundación Produce, asesores técnicos, investigadores, CIMMYT, extensionistas, CIMMYT, UACH
ITAT	Educativo	2012-2016	Formar profesionistas capaces de brindar asesoría de calidad a las unidades de producción agrícola.	Asistencia técnica directa a agricultores, validación de materiales híbridos, asesoría a empresas locales productoras de semillas	SAGARPA, SEFOA, Fundación Produce, UACH

Industria de la Masa y la tortilla	Comercializador	1999-2019	Compra de producción de grano de maíz a nivel nacional	Establece las características del grano que debe producirse en la unidades de producción e influye en el precio de venta	Grupos de productores, agricultores, acopiadores
Agricultores usuarios	Producción	1999-2019	Contribuir a la producción primaria de grano de maíz en el estado para el consumo humano y pecuario	Producción de grano y adoptantes de innovaciones	Organizaciones de productores, extensionistas, Fundación Produce Tlaxcala, FIRA, SEFOA, UACH, Gobierno del Estado, INIFAP, CIMMYT
Asesores técnicos	Difusión	1985-2018	Brindar servicios de asesoría técnica de calidad y oportunos a empresas de productores agrícolas del estado	Difusión de tecnologías, elaboración de proyectos productivos, gestión de subsidios y apoyos.	Organizaciones de productores, Fundación Produce Tlaxcala, FIRA, SEFOA, UACH, Gobierno del Estado, INIFAP, CIMMYT, agricultores
Proveedores de maquinaria	Empresarial	1997-2018	Proveer maquinaria agrícola especializada a agricultores del estado	Venta de maquinaria, organización de giras tecnológicas	Organizaciones de productores, Fundación Produce Tlaxcala, FIRA, SEFOA, UACH, Gobierno del Estado, INIFAP, CIMMYT, agricultores
Empresas semilleras transnacionales	Empresarial	1991-2019	Proveer semillas de maíz de calidad y alta productividad adaptadas a las condiciones agroclimáticas del estado de Tlaxcala	Desarrollo de materiales híbridos y Organización de eventos de transferencia y difusión de sus materiales.	Agricultores, proveedores de maquinaria, grupos de productores, agricultores, SAGARPA, SEFOA, Industria de la masa y la tortilla.
Empresas semilleras nacionales	Empresarial	1991-2019	Proveer semillas de maíz de calidad y alta productividad adaptadas a las condiciones agroclimáticas del estado de Tlaxcala	Producción de materiales híbridos y venta en el estado mediante convenios con dependencias estatales. Organización de eventos de transferencia y difusión de sus materiales.	Agricultores, proveedores de maquinaria, grupos de productores, agricultores, SAGARPA, SEFOA, Industria de la masa y la tortilla.
Empresas semilleras locales	Empresarial	2004-2019	Proveer semillas de maíz de calidad y alta productividad adaptadas a las condiciones agroclimáticas del estado de Tlaxcala	Producción de semillas híbridas adaptadas a las condiciones ambientales locales, con venta directa a los agricultores.	Agricultores, proveedores de maquinaria, SEFOA, SAGARPA, Fundación Produce, INIFAP, CEVAMEX, CEBA (Centro experimental Bajío)